

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-034892

(43)Date of publication of application : 09.02.1999

(51)Int.Cl.

B62D 5/04
B62D 6/00
// B62D119:00
B62D137:00

(21)Application number : 09-198983

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 24.07.1997

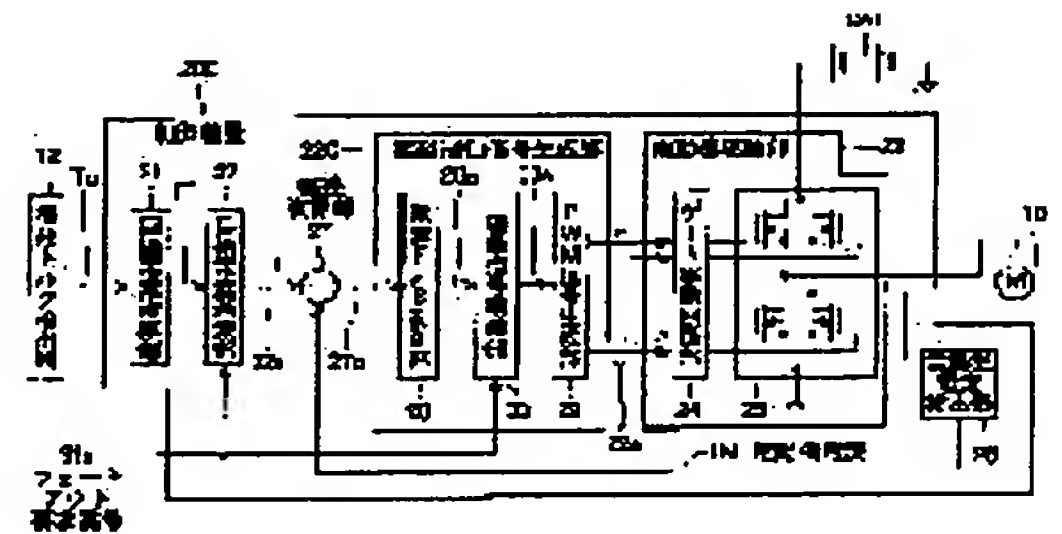
(72)Inventor : NORO EIKI
MUKAI YOSHINOBU

(54) ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To appropriately reduce steering auxiliary force, even if an error is generated in a detected current value of a current detector caused by lowering of the voltage of a battery power supply in an electric power steering wheel which gradually reduces the steering auxiliary force fed from an electric motor, when an ignition switch is turned off.

SOLUTION: A deviation operating part 27 outputs a deviation signal 27a between a target current I_T set according to a steering torque T_p and an electric motor current I_M detected by an electric motor current detector 26. A current feedback control part 28 generates a drive current signal 28a based on the deviation signal 27a and controls the PWM operation of the current fed to the electric motor 10 via a PWM signal generation part 29 and an electric motor drive part 23. When a fade-out requirement signal 31a is fed, a drive signal gradually decreasing part 33 generates a drive current value gradually decreasing signal 33a, which decreases the drive current value with the elapse of the time and reaches 0, and feeds it to the PWM signal generation part 29.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.04.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2000-07552

[Date of requesting appeal against examiner's] 19.05.2000

BEST AVAILABLE COPY

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The motor which adds auxiliary torque to a steering system, and the steering torque detector which detects the steering torque of said steering system and outputs a steering torque signal, The target current operation part which calculates the target current which should be supplied to said motor based on a steering torque signal, and outputs a target current signal, The motor current detector which detects the current which flows to said motor and outputs a motor current signal, The deflection operation part which calculates the deflection of a target current signal and a motor current signal, and outputs a deflection signal, The drive control signal generation section which generates and outputs the drive control signal for driving said motor based on a deflection signal, In the becoming electric power-steering equipment the control unit equipped with the motor mechanical component which supplies a current to said motor based on a drive control signal -- since -- said control unit Electric power-steering equipment characterized by having the driving signal gradual decrease section which dwindles a drive control signal with the passage of time.

[Claim 2] Said control unit is electric power-steering equipment according to claim 1 characterized by having the target current gradual decrease section which dwindles a target current signal with the passage of time while having the driving signal gradual decrease section which dwindles a drive control signal with the passage of time.

[Claim 3] Said drive control signal gradual decrease section is electric power-steering equipment according to claim 1 characterized by dwindling a drive control signal with the passage of time when an ignition switch is turned off, and when the supply voltage of a dc-battery falls below to a predetermined electrical potential difference.

[Claim 4] When an ignition switch is turned off, and when the supply voltage of a dc-battery falls below to a predetermined electrical potential difference, while said drive control signal gradual decrease section dwindles a drive control signal with the passage of time Said target current gradual decrease section is electric power-steering equipment according to claim 2 characterized by dwindling a target current signal with the passage of time when an ignition switch is turned off, and when the supply voltage of a dc-battery falls below to a predetermined electrical potential difference.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the electric power-steering equipment which the power of a motor is made to act on a steering system, and mitigates an operator's control force, and in case supply of the steering auxiliary force is suspended in connection with the case where made the ignition switch turn off and supply of the steering auxiliary force is suspended in detail, the sag of a dc-battery power source, etc., it is related to the electric power-steering equipment it was made to make dwindle the steering auxiliary force with time amount progress.

[0002]

[Description of the Prior Art] Drawing 1 is ** type structural drawing of electric power-steering equipment. Electric power-steering equipment 1 has mitigated an operator's control force by equipping a steering system with a motor 10 and controlling the power supplied from a motor 10 using a control unit 20.

[0003] The steering shaft 3 established in one is connected with a steering wheel (handle) 2 to the pinion 6 of the rack & pinion device 5 through the connecting shaft 4 which has universal joints 4a and 4b. The rack shaft 7 is equipped with rack gear-tooth 7a which gears with a pinion 6. The rack & pinion device 5 changes rotation of a pinion 6 into the reciprocating motion to rack 7 shaft orientation. The front wheel 9 on either side as a rolling ring is connected with the both ends of the rack shaft 7 through a tie rod 8. Steering of a steering wheel 2 rocks a front wheel 9 through the rack & pinion device 5 and a tie rod 8. Thereby, the sense of a car is changeable.

[0004] In order to mitigate a control force, the motor 10 which supplies steering auxiliary torque (assistant torque) is arranged in same axle with the rack shaft 7, the rotation output of a motor 10 is changed into a thrust through the ball-thread device 11 established almost in parallel with the rack shaft 7, and it is made to act on the rack shaft 7. Driving-side helical-gear 10a is prepared in Rota of a motor 10 in one. It is prepared in the axis end of screw-thread shaft 11a of the ball-thread device 11 in one, and helical-gear 11b and driving-side helical-gear 10a are meshed. Nut 11c of the ball-thread device 11 is connected with the rack shaft 7.

[0005] The manual steering torque which acts on a pinion 6 with the steering torque detector (steering torque sensor) 12 formed in the steering box (not shown) is detected, and the steering torque signal Tp according to the detected steering torque is supplied to the control unit 20. A control unit 20 operates a motor 10 by making the steering torque signal Tp into the main signal, and controls the output power (steering auxiliary torque) of a motor 10.

[0006] Drawing 2 is the block block diagram of the conventional control device. The conventional control unit 20A is equipped with the target current operation part 21, drive control signal generation section 22A, and the motor mechanical component 23. The target current operation part 21 determines target auxiliary torque based on the steering torque signal Tp, and outputs the target current signal IT which is needed in order to supply target auxiliary torque from a motor 10. Drive control signal generation section 22A generates the PWM (Pulse Density Modulation) signal for carrying out PWM operation of the motor 10 based on the target current signal IT, and outputs the generated PWM signal as drive control signal 22a.

[0007] The motor mechanical component 23 is equipped with the gate drive circuit section 24 and the motor drive circuit 25 which carried out H mold bridge connection of the four field-effect transistors for power. The gate drive circuit section 24 drives the gate of each field-effect transistor based on drive control signal (PWM signal) 22a, and carries out the switching drive of each field-effect transistor. Thereby, control unit 20A carries out PWM control of the power supplied to a motor 10 from the dc-battery power source BAT based on the steering torque Tp detected by the steering torque detecting element 12, and controls the output

power (steering auxiliary torque) of a motor 10.

[0008] Drawing 3 is the block block diagram of other conventional control devices. Control unit 20B shown in drawing 3 detects the motor current IM actually supplied to the motor 10, is performing feedback control based on the motor current IM, and raises the control characteristic of a motor 10. Control unit 20B of a motor current feedback control mold The motor current detector 26 which detects the current which is flowing to the motor 10 to the configuration shown in drawing 2 , and outputs the motor current signal IM, While the deflection operation part 27 which asks for the deflection of the target current signal IT and the motor current signal IM is added, it has drive control signal generation section 22B which outputs drive control signal 22a for driving a motor 10 based on deflection signal 27a outputted from the deflection operation part 27.

[0009] What detects the motor current which is flowing to the path cord, without the motor current detector 26 disconnecting a measured electric wire using a hall device etc., the thing which amplifies the electrical potential difference generated in the resistance for current detection of low resistance value, changes into a current, and detects a motor current are used.

[0010] Drive control signal generation section 22B receives deflection signal 27a. Proportionality, an integral, The current feedback (F/B) control section 28 which generates and outputs drive current signal 28a for controlling the current supplied to a motor 10 so that differential etc. may be processed and deflection may approach zero, The PWM (Pulse Density Modulation) signal for carrying out PWM operation of the motor 10 based on drive current signal 28a is generated, and it has the PWM signal generation section 29 which outputs the generated PWM signal as drive control signal 22a of a motor.

[0011] Since control unit 20B of the motor current feedback control mold shown in drawing 3 controls operation of a motor 10 so that the target current IT, the current IM actually supplied to the motor 10, and deflection approach zero, it can raise control precision and responsibility.

[0012] However, in the conventional electric power-steering equipment mentioned above, since the steering auxiliary torque currently supplied from the motor is rapidly set to 0 when an ignition switch is turned off, steering auxiliary torque is rapidly set to 0 and it is in the condition that the steering was cut, it moves [a steering] according to the reaction force of a tire and is not desirable. Moreover, when an ignition switch is turned off and steering auxiliary torque is rapidly set to 0, a steering wheel may become heavy rapidly and sense of incongruity may be given to an operator.

[0013] As these cures, when failure occurs in the time of OFF of an ignition switch, or a control unit, as the control force of (fade-out control) and a steering wheel was gently increased by decreasing gradually the steering auxiliary torque supplied from a motor, these people have proposed the electromotive power-steering equipment with which the good steering feeling was obtained by JP,62-181958,A.

[0014] A steering condition detection means by which this electromotive power-steering equipment detects the steering condition of a steering system, A motor control signal generating means to determine and output a motor control signal based on the steering condition detecting signal from this steering condition detection means, An actuation halt detection means to have the motor driving means which drives a motor based on the motor control signal from this motor control signal generating means, and to detect an actuation halt of the equipment concerned itself further, It has an amendment means to decrease a motor control signal gradually with time amount based on the detecting signal from this actuation halt detection means.

[0015] Drawing 4 is the block block diagram of the control device of the former made like which decreases gradually the steering auxiliary torque supplied from a motor at the time of OFF of an ignition switch etc. (fade-out control is performed). Control unit 20C shown in drawing 4 is interposing the amendment section 31 between the target current operation part 21 of the conventional control unit 20A and drive control signal generation section 22A which were shown in drawing 2 . The amendment section 31 supplies the target current signal IT supplied from the target current operation part 21 to drive control signal generation section 22A as it is in a normal operating state (condition of not performing fade-out control).

[0016] When the ignition switch which is not illustrated is turned off and failure is detected by the fault detection section which is not illustrated, And the thing which the electrical potential difference of Dc-battery BAT has become by the battery voltage Monitoring Department which does not illustrate beyond the permissible upper limit electrical-potential-difference value, Or when having become below a permission lower limit is detected, fade-out demand signal 31a is supplied to the amendment section 31 from the ignition switch Monitoring Department which does not illustrate, the fault detection section; the battery voltage Monitoring Department, etc. If fade-out demand signal 31a is supplied, the amendment section 31 will generate the target current amendment signal ITH with which the target current value supplied from the target current operation part 21 is gradually decreased, and a target current value is finally set to 0, and will

supply this target current amendment signal ITH to drive control signal generation section 22A.

[0017] thereby -- the time of OFF of an ignition switch, and battery voltage -- a predetermined electrical potential difference -- when it becomes out of range, the auxiliary control force supplied from a motor 10 can be reduced gradually, and a steering can move according to tire reaction force, or it can mitigate that a feeling of steering changes rapidly.

[0018] drawing 5 decreases gradually the steering auxiliary torque supplied from a motor at the time of OFF of an ignition switch etc. -- making (fade-out control) -- ** -- it is the block block diagram of other conventional control devices made like. Control unit 20D shown in drawing 5 is interposing the amendment section 31 between the target current operation part 21 of other conventional control units shown in drawing 3 , and the deflection operation part 27. The amendment section 31 supplies the target current signal IT supplied from the target current operation part 21 to the deflection operation part 27 as it is in a normal operating state.

[0019] When the ignition switch which is not illustrated is turned off and failure is detected by the fault detection section which is not illustrated, And the thing which the electrical potential difference of Dc-battery BAT has become by the battery voltage Monitoring Department which does not illustrate beyond the permissible upper limit electrical-potential-difference value, Or when having become below a permission lower limit is detected, fade-out demand signal 31a is supplied to the amendment section 31 from the ignition switch Monitoring Department which does not illustrate, the fault detection section, the battery voltage Monitoring Department, etc. If fade-out demand signal 31a is supplied, the amendment section 31 will generate the target current amendment signal ITH with which the target current signal IT supplied from the target current operation part 21 is gradually decreased, and the target current signal IT is finally set to 0, and will supply this target current amendment signal ITH to the deflection operation part 27.

[0020] A predetermined electrical potential difference is supplied to the motor current detector 26, actuation of the motor current detector 26 is normal, and when the current currently supplied to the motor 10 is detected correctly, the current supplied to a motor 10 with reduction of the target current signal IT decreases gradually, and is set to 0.

[0021]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in control-device 20D of the current feedback control mold shown in drawing 5 , the supply voltage of Dc-battery BAT may shift from the current value by which the motor current value IM supplied from the motor current detector 26 when it falls rather than the electrical-potential-difference range where the motor current detector 26 can operate normally is actually supplied to the motor 10. Although the power source of the predetermined electrical-potential-difference range (for example, 12-14 volts) is supplied in the condition that the engine has required the ignition switch by ON since generated output is supplied from the generator when the engine performance of Dc-battery BAT is falling especially Where the ignition switch was turned off and an engine is suspended Since the electric power supply from a generator is lost and power is supplied to various kinds of loads from Dc-battery BAT, The electrical potential difference supplied falls more sharply than nominal voltage (for example, 12 volts) (for example, 8 volts or less), and the motor current detector 26 may be able to stop being able to detect a motor current value normally.

[0022] for this reason, in the control unit which is performing current feedback control When it is detected that the electrical potential difference of the case where an ignition switch is turned off, or Dc-battery BAT has become beyond a permissible upper limit electrical-potential-difference value or below a permission lower limit, even if it amends the target current signal IT and decreases the target current value IT gradually When the electrical potential difference of Dc-battery BAT falls below to the electrical-potential-difference range where a current detector can operate normally, the current which it becomes impossible to detect the motor current IM correctly for this reason, and is supplied to a motor 10 may be decreased corresponding to desired value. For this reason, where a wheel is turned, when an ignition switch turns off, steering ***** is carried out, steering torque increases rapidly relaxedly, and sense of incongruity may be given to an operator.

[0023] Even if the supply voltage supplied to the motor current detector 26 falls as this cure, it is possible but to improve the motor current detector 26 so that current detection precision can be secured, and when the current detection precision at the time of a low battery (for example, 7-9 volts) is raised, the current detection precision at the time (for example, 10-14 volts) or the time of the high voltage (for example, 14 volts or more) may usually fall. When it is going to make large the power range of the motor current detector 26 of operation, it may lead to the cost rise of the motor current detector 26.

[0024] While carrying out feedback control of the current which was made in order that this invention might

solve such a technical problem, detects the current supplied to a motor with a current detector, and is supplied to a motor. In the electric power-steering equipment it was made to make dwindle the steering auxiliary force when suspending supply of the steering auxiliary force in connection with the case where made the ignition switch turn off and supply of the steering auxiliary force is suspended, the sag of a dc-battery power source, etc. Even when an error may arise in the detection current value of a current detector in connection with the sag of a dc-battery power source, it aims at offering the electric power-steering equipment which the steering auxiliary force is decreased appropriately and enabled it to control a motor current to 0.

[0025]

[Means for Solving the Problem] The electric power-steering equipment applied to this invention in order to solve said technical problem. The motor which adds auxiliary torque to a steering system, and the steering torque detector which detects the steering torque of a steering system and outputs a steering torque signal, The target current operation part which calculates the target current which should be supplied to a motor based on a steering torque signal, and outputs a target current signal, The motor current detector which detects the current which flows to a motor and outputs a motor current signal, The deflection operation part which calculates the deflection of a target current signal and said motor current signal, and outputs a deflection signal, In the electric power-steering equipment which consists of a control unit equipped with the motor mechanical component which supplies a current to a motor based on the drive control signal generation section and the drive control signal which generate and output the drive control signal for driving said motor based on a deflection signal. A control unit is characterized by having the driving signal gradual decrease section which dwindle a drive control signal with the passage of time.

[0026] When an ignition switch is turned off, and when the supply voltage of a dc-battery falls below to a predetermined electrical potential difference, the drive control signal gradual decrease section is constituted so that a drive control signal may be dwindled with the passage of time.

[0027] In addition, a control unit is good also as a configuration equipped with the target current gradual decrease section which dwindle a target current signal with the passage of time while it is equipped with the driving signal gradual decrease section which dwindle a drive control signal with the passage of time.

[0028] In this case, when an ignition switch is turned off, and when the supply voltage of a dc-battery falls below to a predetermined electrical potential difference, while the drive control signal gradual decrease section dwindle a drive control signal with the passage of time, the target current gradual decrease section is constituted so that a target current signal may be dwindled with the passage of time, when an ignition switch is turned off, and when the supply voltage of a dc-battery falls below to a predetermined electrical potential difference.

[0029] In addition, the electric power-steering equipment concerning this invention. It asks for the deflection of the target current calculated by target current operation part corresponding to steering torque, and the motor current detected with the motor current detector by deflection operation part. The steering auxiliary torque corresponding to steering torque is generated from a motor by controlling the current which generates the drive control signal based on this deflection, and supplies it to a motor through a motor mechanical component based on the generated drive control signal in the drive control signal generation section.

[0030] When an ignition switch is turned off, and when the supply voltage of a dc-battery falls below to a predetermined electrical potential difference, the drive control signal gradual decrease section dwindle the drive control signal supplied to a motor mechanical component with the passage of time. Since the drive control signal gradual decrease section reduces gradually the drive control signal supplied to a motor mechanical component and is set to 0, even if the error is included in the motor current detected with the motor current detector, the current which feedback control does not continue based on the motor current detection error, and is supplied to a motor is reduced gradually, and is set to 0.

[0031] Therefore, the current detection precision of a motor current detector falls by the fall of battery voltage, and even when the error for which it does not ask to deflection arises, with the passage of time, the auxiliary control force supplied from a motor can be reduced gradually, and can be set to 0.

[0032] In addition, while reducing gradually the target current which prepared the target current gradual decrease section other than the drive control signal gradual decrease section further, and was calculated by the target current gradual decrease section corresponding to steering torque with the passage of time. By making the drive control signal calculated by the drive control signal gradual decrease section corresponding to deflection the configuration gradually reduced with the passage of time. Even when an operator performs steering actuation during gradual decrease of the steering auxiliary force (under fade-out control), the steering auxiliary force supplied from a motor can be dwindled with the passage of time.

[0033]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of implementation of this invention is explained based on an accompanying drawing below. The structure of electric power-steering equipment is fundamentally [as what was shown in drawing 1] the same, and is as having mentioned above about the structure and actuation.

[0034] Drawing 6 is the block block diagram of the control device of the electric power-steering equipment concerning this invention. Control unit 20E shown in drawing 6 consists of the target current operation part 21, the target current gradual decrease section 32, the deflection operation part 27, drive control signal generation section 22C, a motor mechanical component 23, and a motor current detector 26. Control unit 20E shown in drawing 6 comes to add the target current gradual decrease section 32 and the driving signal gradual decrease section 33 to other conventional control unit 20B shown in drawing 3 . The target current gradual decrease section 32 is interposed between the target current operation part 21 and the deflection operation part 27. The driving signal gradual decrease section 33 is interposed between the current feedback (F/B) control section 28 and the PWM signal generation section 29.

[0035] The target current gradual decrease section 32 supplies the target current signal IT outputted from the target current operation part 21 to the deflection operation part 27 as it is in the condition that fade-out demand signal 31a is not supplied. When fade-out demand signal 31a is supplied, the target current gradual decrease section 32 Target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a which dwindled the target current value so that the target current signal IT calculated by the target current operation part 21 might be gradually decreased with the passage of time and the target current signal IT might finally be set to 0 is generated. Generated target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a is supplied to the deflection operation part 27.

[0036] Drawing 7 is the explanatory view showing target current gradual decrease actuation of the target current gradual decrease section, and driving signal gradual decrease actuation of the driving signal gradual decrease section. Drawing 7 (a) shows target current gradual decrease actuation of the target current gradual decrease section. The target current gradual-decrease section 32 is decreasing gradually the multiplier (target current gradual decrease multiplier) by which it multiplies to the target current value (IT) which the target current operation part's 21 set up corresponding to the steering torque Tp from the time of fade-out demand signal 31a supplying from 1 to 0 corresponding to the time amount progress set up beforehand, and generates target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a.

[0037] The target current gradual decrease section 32 may consist of the multiplier setting sections which set up the multiplier (target current gradual decrease multiplier) beforehand set up according to the target current gradual decrease multiplier multiplication section which multiplies by the multiplier (target current gradual decrease multiplier) for carrying out gradual decrease amendment of the target current value to a target current value, and the elapsed time from the time of fade-out demand signal 31a being supplied. Moreover, the target current gradual decrease section 32 outputs target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a which multiplied by it and obtained the multiplier (for example, 0.95) smaller than 1 to the target current value first. Next, it repeats successively outputting target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a which multiplied by it and obtained the multiplier (for example, 0.95) smaller than 1 to target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a outputted previously after predetermined time progress. When target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a which carried out [a] multiplication and was obtained becomes below the value set up beforehand, you may constitute so that 0 may be outputted.

[0038] Moreover, the amount of reduction becomes [the amount of reduction] although the example for which drawing 7 decreases a target current value linearly in the passage of time was shown, make small the amount of reduction of a target current value at first, enlarge the amount of reduction of a target current value in the passage of time, and few at first greatly gradually, and you may make it result in 0. On the contrary, a target current value is reduced greatly at first, the amount of reduction decreases gradually, and you may make it result in 0.

[0039] In addition, although drawing 6 showed the configuration which forms the target current gradual decrease section 32 independently, the gradual decrease amendment operation part which performs the gradual decrease amendment operation of a target current value may be prepared in the target current operation part 21, and the target current operation part 21 and the target current gradual decrease section 32 may be constituted in one.

[0040] The driving signal gradual decrease section 33 supplies drive current signal 28a outputted from the current feedback control section 28 to the PWM signal generation section 29 as it is in the condition that

fade-out demand signal 31a is not supplied. When fade-out demand signal 31a is supplied, the driving signal gradual decrease section 33 Drive current value gradual decrease signal (drive current amendment signal) 33a dwindled so that the drive current value calculated in the current feedback control section 28 might be gradually decreased with the passage of time and a drive current value might finally be set to 0 is generated. Generated drive current value gradual decrease signal (drive current amendment signal) 33a is supplied to the PWM signal generation section 29.

[0041] Drawing 7 (b) shows drive current gradual decrease actuation of the drive current gradual decrease section. The drive current gradual decrease section 33 the multiplier (drive current gradual decrease multiplier) by which it multiplies to the drive current value (28a) which the current feedback control section 28 calculated corresponding to deflection 27a It is referred to as 1 until the time amount beforehand set up from the time of fade-out demand signal 31a supplying passes, and drive current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 33a is generated by decreasing a multiplier (drive current gradual decrease multiplier) gradually with time amount progress toward 1 to 0 after that. In addition, although drawing 7 (b) showed the example which dwindles a drive current value after predetermined time passed without carrying out gradual decrease amendment of the drive current value immediately from the time of fade-out demand signal 31a being supplied, you may make it decrease a drive current value immediately from the time of fade-out demand signal 31a being supplied to drawing 7 (a) like.

[0042] Moreover, the drive current gradual decrease section 33 may consist of the drive current gradual decrease multiplier multiplication section which multiplies by the multiplier (drive current gradual decrease multiplier) for carrying out gradual decrease amendment of the drive current value to a drive current value, and the multiplier setting section which sets up the multiplier (target current gradual decrease multiplier) according to the elapsed time from the time of fade-out demand signal 31a being supplied set up beforehand. Furthermore, the drive current gradual decrease section 33 outputs drive current value gradual decrease signal (drive current amendment signal) 33a which multiplied by it and obtained the multiplier (for example, 0.95) smaller than 1 to the drive current value first. Next, it repeats successively outputting drive current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 33a which multiplied by it and obtained the multiplier (for example, 0.95) smaller than 1 to drive current value gradual decrease signal (drive current amendment signal) 33a outputted previously after predetermined time progress. When drive current value gradual decrease signal (drive current amendment signal) 33a which carried out [a] multiplication and was obtained becomes below the value set up beforehand, you may constitute so that 0 may be outputted.

[0043] Moreover, the amount of reduction becomes [the amount of reduction] although the example which decreases a drive current value linearly in the passage of time after the predetermined time progress from the time of fade-out demand signal 31a being supplied, as for drawing 7 (b) was shown, make small the amount of reduction of a drive current value at first, enlarge the amount of reduction of a drive current value in the passage of time, and few at first greatly gradually, and you may make it result in 0. On the contrary, a drive current value is reduced greatly at first, the amount of reduction makes it small gradually, and you may make it result in 0.

[0044] In addition, although drawing 6 showed the configuration which forms the drive current gradual decrease section 33 independently, the gradual decrease amendment operation part which performs the gradual decrease amendment operation of a drive current value may be prepared in the current feedback control section 28, and the current feedback control section 28 and the drive current gradual decrease section 33 may be constituted in one. Moreover, each operation multiplier which performs each operation, such as proportionality, an integral, and differential, in the current feedback control section 28 The operation multiplier modification section to which it is made to change with the passage of time from the time of each multiplier being supplied to fade-out demand signal 31a, and is made for the drive current value which is the result of an operation to become small gradually, When the calculated drive current value is below a value set up beforehand, it may carry out preparing 0 compulsive output section which sets a drive current value to 0 etc., and the current feedback control section 28 and the driving signal gradual decrease section 33 may be constituted in one.

[0045] Moreover, it may carry out preparing the duty forcible modification section decreased with the passage of time from the time of the duty of the PWM signal outputted in the PWM signal generation section 29 being supplied to fade-out demand signal 31a etc., and the driving signal gradual decrease section 33 and the PWM signal generation section 29 may be constituted in one.

[0046] Furthermore, you may make it constitute the driving signal gradual decrease section from preparing the duty forcible modification section decreased with the passage of time from the time of the duty of the PWM signal outputted from the PWM signal generation section 29 between the PWM signal generation

section 29 and the gate drive circuit section 24 being supplied to fade-out demand signal 31a.

[0047] In addition, although drawing 6 showed the configuration which prepares the two gradual decrease sections of the target current gradual decrease section 32 and the driving signal gradual decrease section 33, it is good also as a configuration which forms only the driving signal gradual decrease section 33, without forming the target current gradual decrease section 32.

[0048] Moreover, although drawing 6 showed the configuration from which target current value gradual decrease signal (target current amendment signal) 32a outputted from the target current gradual decrease section 32 corresponding to change of the target current value IT also changes when the target current signal IT changed during fade-out control The target current gradual decrease section 32 is good also as a configuration which reduces a target current value gradually toward 0 from the target current value (IT) currently outputted from the target current operation part 21, when fade-out demand signal 31a is supplied.

[0049] Although drawing 6 showed the configuration from which drive current value gradual decrease signal (drive current amendment signal) 33a outputted from the driving signal gradual decrease section 33 corresponding to change of drive current signal 28a also changes when drive current signal 28a changed during fade-out control The driving signal gradual decrease section 33 is good also as a configuration which reduces a drive current value gradually toward 0 from the drive current value currently outputted from the current feedback control section 28, when fade-out demand signal 31a is supplied.

[0050] In addition, as shown in drawing 7 (a) and (b), time amount (fade-out time amount) until the target current gradual decrease section 32 sets a target current reduction multiplier to 0, and time amount (fade-out time amount) until the driving signal gradual decrease section 33 sets a driving signal reduction multiplier to 0 are made equal.

[0051] Control unit 20E of the electric power-steering equipment applied to this invention as more than explained Since it had the driving signal gradual decrease section 33 which dwindles a drive control signal with the passage of time when suspending supply of the steering auxiliary force in connection with the case where made the ignition switch turn off and supply of the steering auxiliary force is suspended, the sag of a dc-battery power source, etc. Even if an error arises on the drive current which an error produces on the motor current IM outputted from the motor current detector 26 with the fall of the supply voltage of Dc-battery BAT, consequently is calculated in the current feedback control section 28 With time amount progress, the current which a current does not continue being supplied to a motor 10 and supplied to a motor 10 is made to **** certainly, and can be set to 0.

[0052] Furthermore, control unit 20E of the electric power-steering equipment concerning this invention Since it has the two gradual decrease sections of the target current gradual decrease section 32 and the driving signal gradual decrease section 33 In case fade-out control is performed, while being able to set at a property the reduction property of a target current, and the reduction property of the motor current actually supplied to a motor 10 based on current feedback control as a request, respectively The reduction property that reduction degrees differ with the passage of time can be compounded by compounding two reduction properties, as shown in drawing 7 (c), and a motor current can be set to 0. Therefore, in case the steering auxiliary force supplied from a motor 10 is decreased to 0, finally the steering auxiliary force can be set to 0, decreasing the steering auxiliary force so that sense of incongruity may not be given to an operator.

[0053]

[Effect of the Invention] The electric power-steering equipment applied to this invention as explained above Since it had the driving signal gradual decrease section which dwindles a drive control signal with the passage of time In case supply of the steering auxiliary force is suspended in connection with the case where made the ignition switch turn off and supply of the steering auxiliary force is suspended, the sag of a dc-battery power source, etc., while performing fade-out control made to dwindle the steering auxiliary force Since the current which feedback control is not continued based on the motor current detection error, and is supplied to a motor can be certainly decreased to 0 even if the error is included in the motor current detected with the motor current detector The steering auxiliary force can be dwindled without reducing a steering feeling.

[0054] In addition, while having the driving signal gradual decrease section which dwindles a drive control signal with the passage of time By having the target current gradual decrease section which dwindles a target current signal with the passage of time The steering auxiliary force changed after making the steering auxiliary force change so that sense of incongruity may not be given to a steering feeling, even when an operator performed steering actuation during gradual decrease of the steering auxiliary force (under fade-out control) can be dwindled. ** Since the reduction property that reduction degrees differ with the passage of time is easily realizable by compounding the reduction property of each gradual decrease section, the

steering auxiliary force can be dwindled without reducing a steering feeling.

[Translation done.]

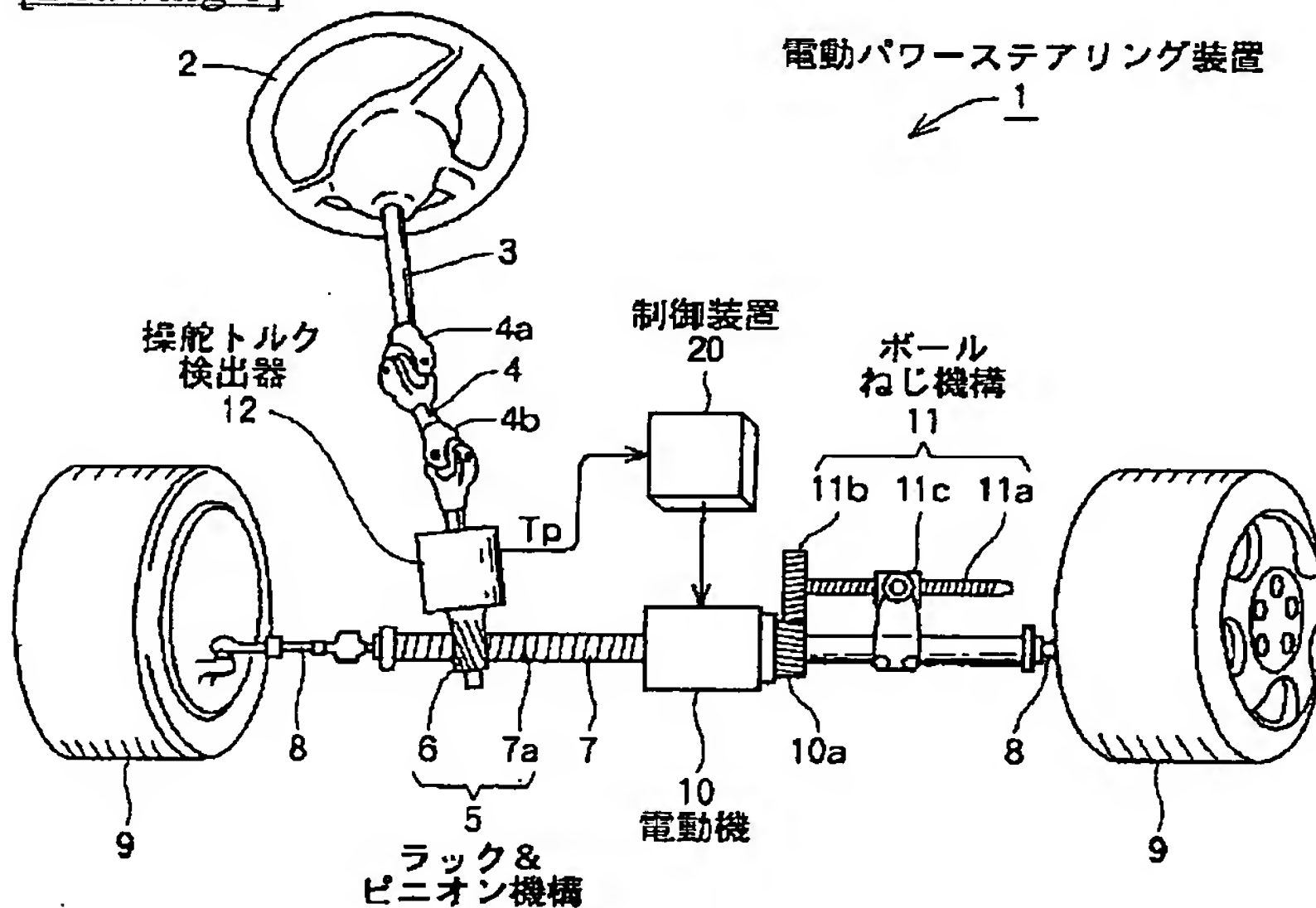
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

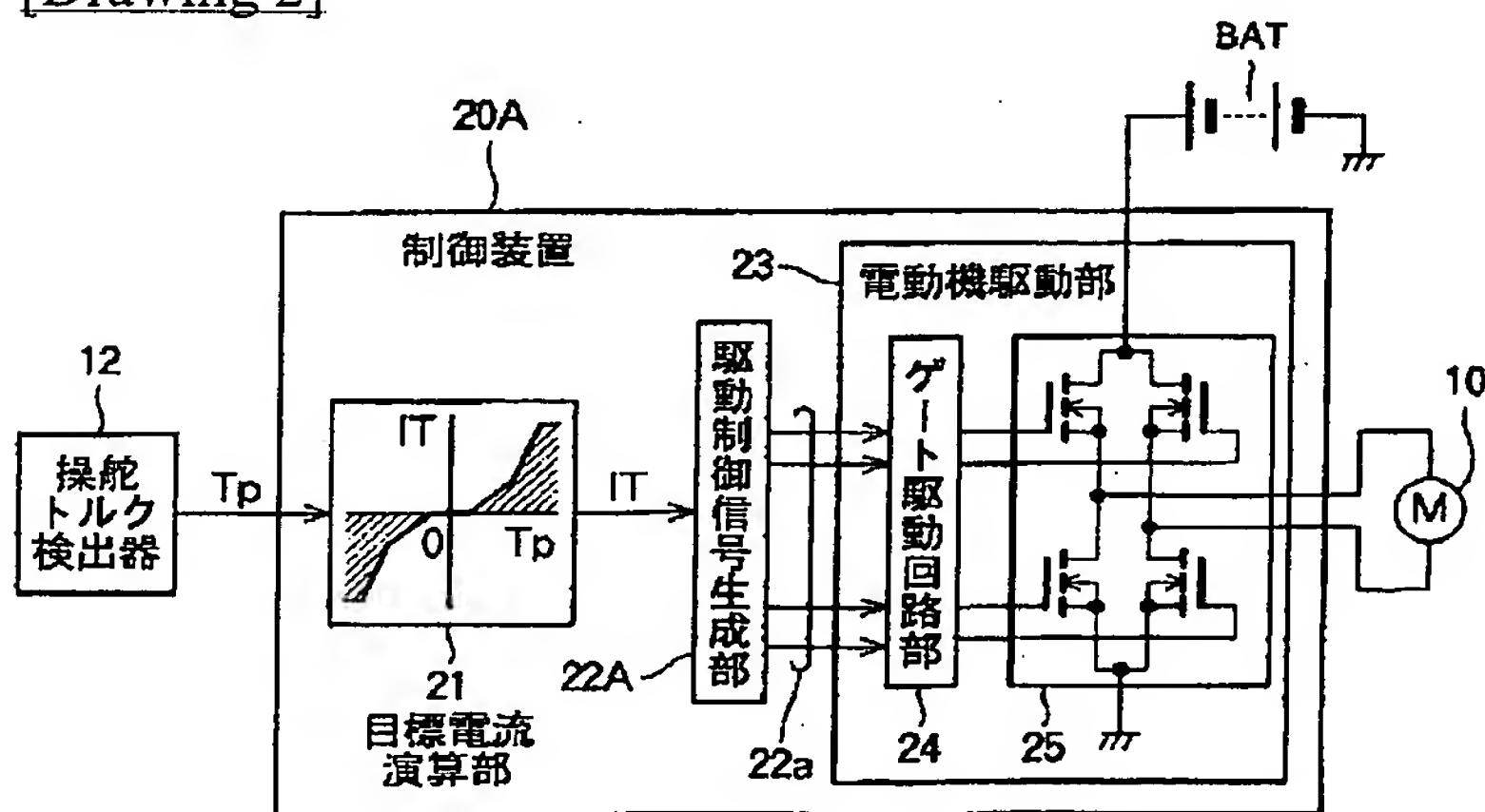
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

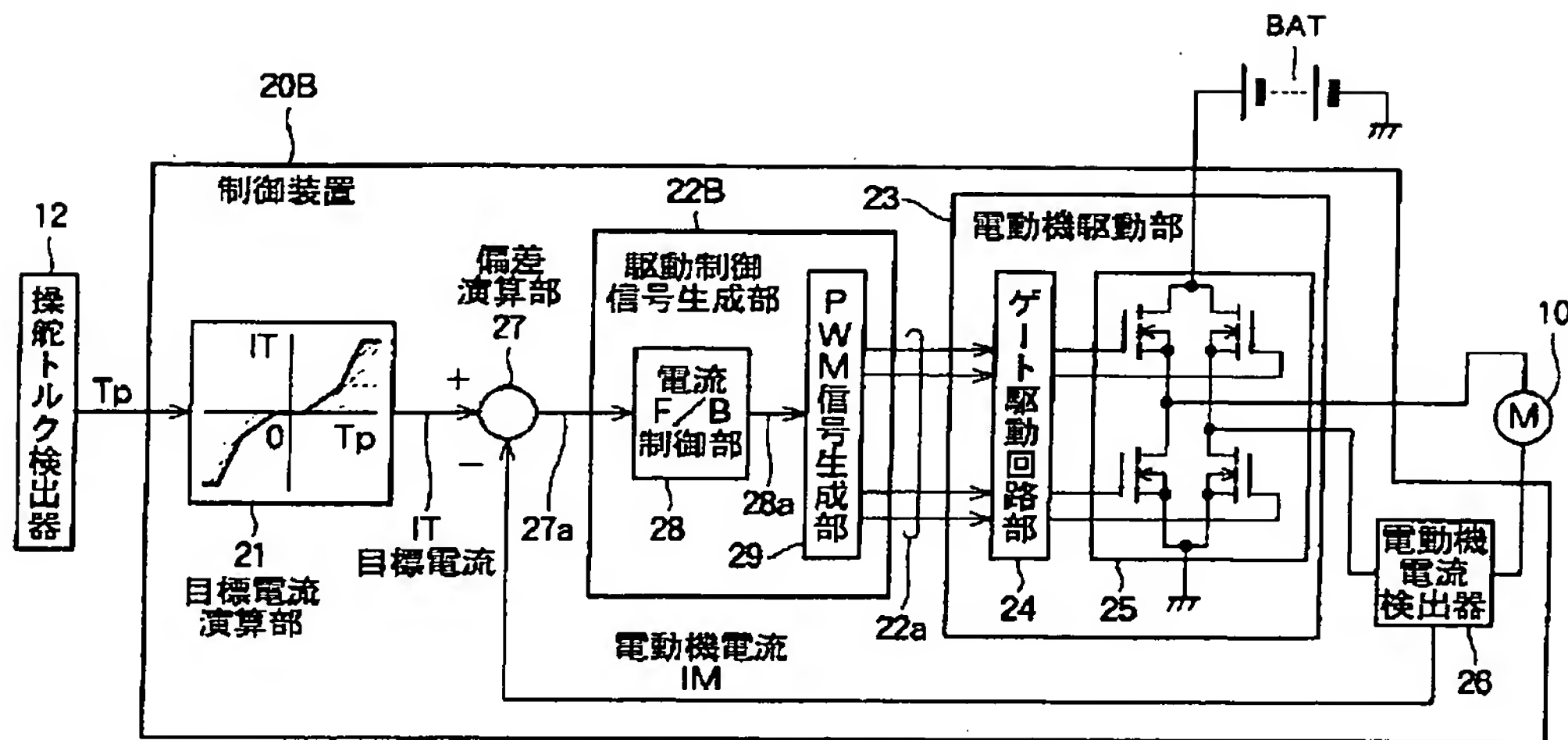
[Drawing 1]



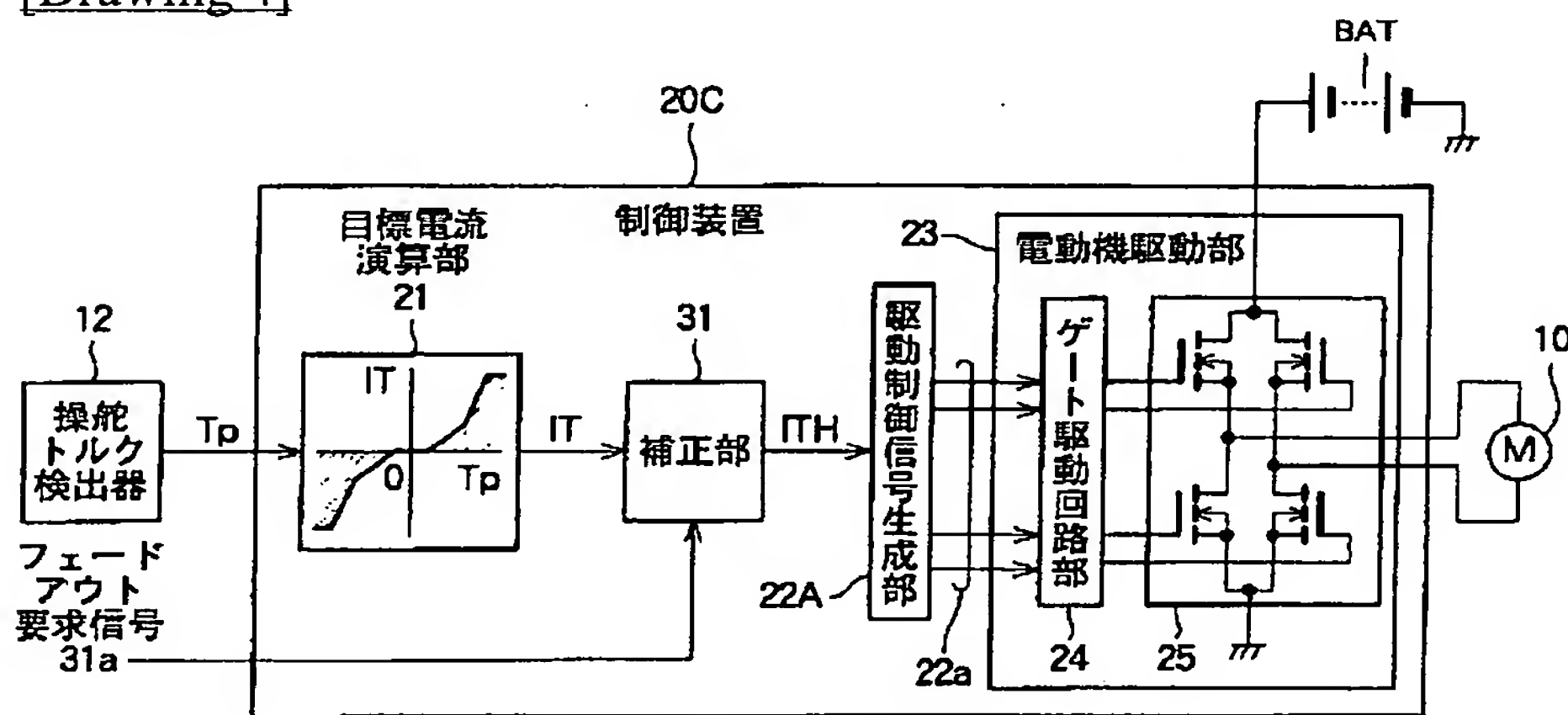
[Drawing 2]



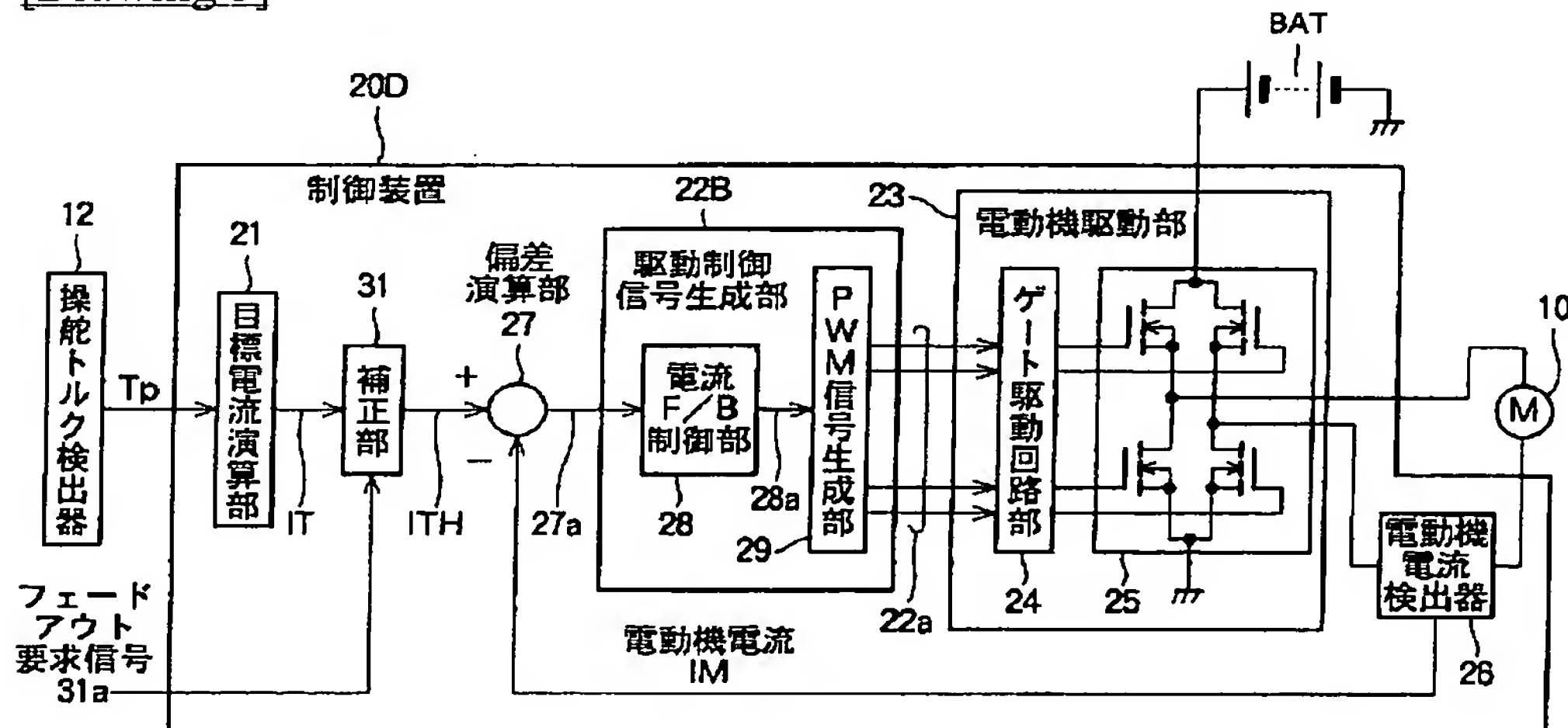
[Drawing 3]



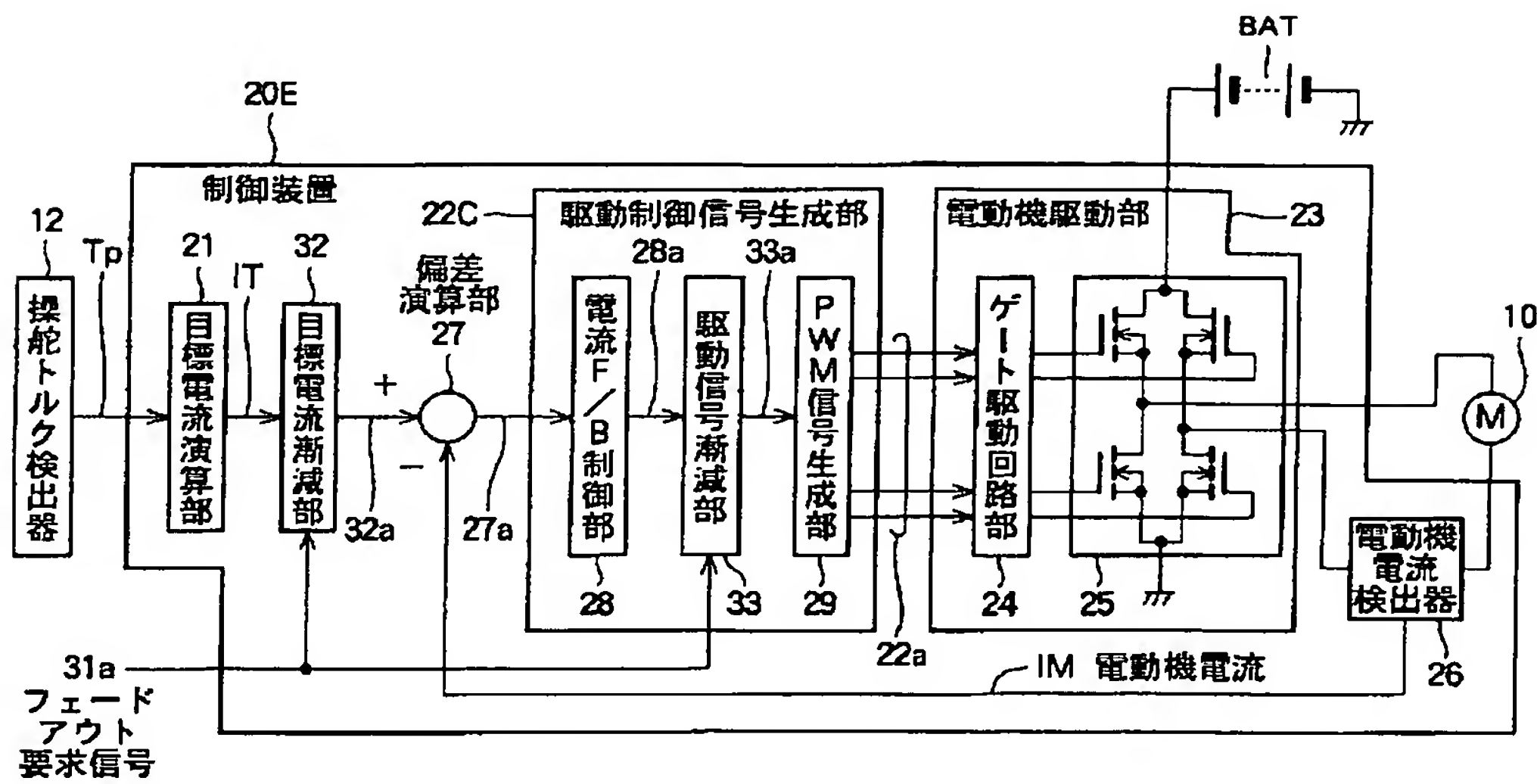
[Drawing 4]



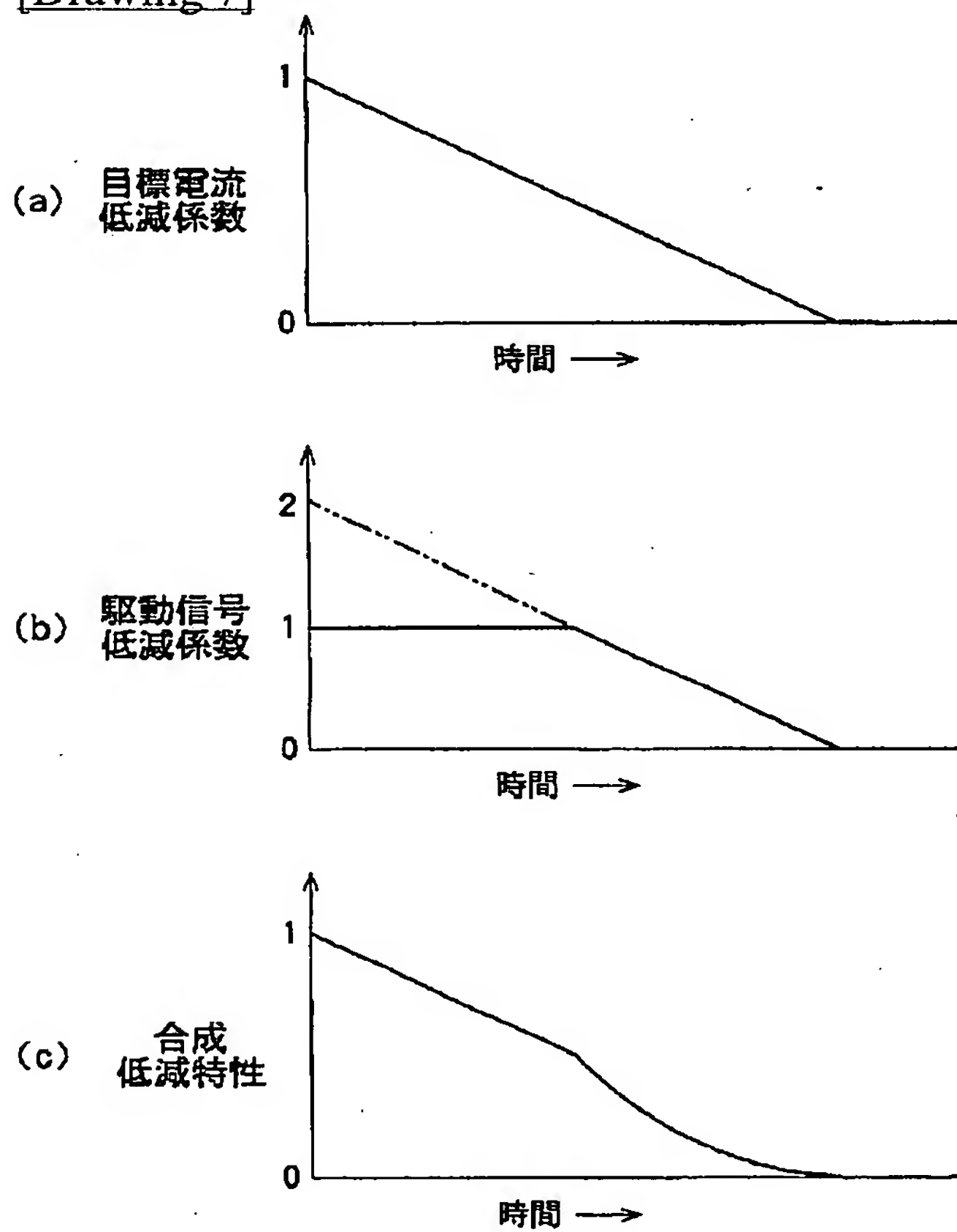
[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-34892

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月9日

(51) Int. Cl.⁵
B 6 2 D 5/04
6/00
// B 6 2 D 119:00
137:00

識別記号

F I
B 6 2 D 5/04
6/00

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-198983

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月24日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社
東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 野呂 栄樹

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

(72) 発明者 向 良信

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
社本田技術研究所内

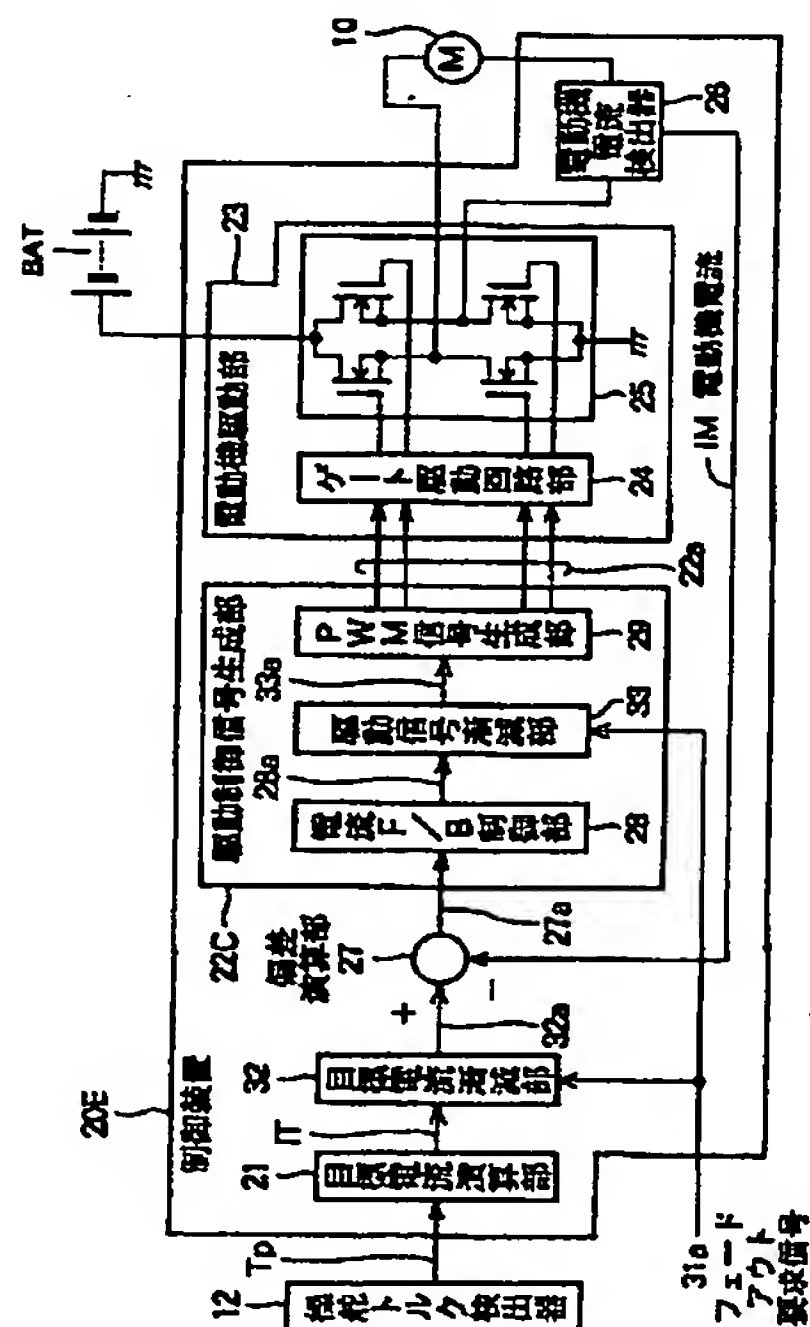
(74) 代理人 弁理士 下田 容一郎

(54) 【発明の名称】 電動パワーステアリング装置

(57) 【要約】

【課題】 イグニッションスイッチをオフさせた場合に電動機から供給していた操舵補助力を徐々に低減させるようにした電動パワーステアリング装置において、バッテリー電源の電圧低下に伴って電流検出器の検出電流値に誤差が生ずることがあっても、操舵補助力を適切に減少できる電動パワーステアリング装置を提供する。

【解決手段】 偏差演算部27は、操舵トルク T_p に応じて設定された目標電流 I_T と電動機電流検出器26で検出した電動機電流 I_M との偏差信号27aを出力する。電流フィードバック制御部28は、偏差信号27aに基づいて駆動電流信号28aを生成し、PWM信号生成部30、電動機駆動部23を介して電動機10に供給する電流をPWM運転制御する。駆動信号漸減部33は、フェードアウト要求信号31aが供給された場合は、駆動電流値が時間の経過とともに減少して0に至る駆動電流値漸減信号33aを生成してPWM信号生成部29へ供給する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステアリング系に補助トルクを付加する電動機と、

前記ステアリング系の操舵トルクを検出して操舵トルク信号を出力する操舵トルク検出器と、

操舵トルク信号に基づいて前記電動機に供給すべき目標電流を演算して目標電流信号を出力する目標電流演算部と、前記電動機に流れる電流を検出して電動機電流信号を出力する電動機電流検出器と、目標電流信号と電動機電流信号との偏差を演算して偏差信号を出力する偏差演算部と、偏差信号に基づいて前記電動機を駆動するための駆動制御信号を生成して出力する駆動制御信号生成部と、駆動制御信号に基づいて前記電動機に電流を供給する電動機駆動部とを備えた制御装置と、からなる電動パワーステアリング装置において、

前記制御装置は、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する駆動信号漸減部を有することを特徴とする電動パワーステアリング装置。

【請求項2】 前記制御装置は、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する駆動信号漸減部を有するとともに、目標電流信号を時間の経過とともに漸減する目標電流漸減部を有することを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項3】 前記駆動制御信号漸減部は、イグニッションスイッチがオフされた場合、ならびに、バッテリーの電源電圧が所定電圧以下に低下した場合に、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減することを特徴とする請求項1記載の電動パワーステアリング装置。

【請求項4】 前記駆動制御信号漸減部は、イグニッションスイッチがオフされた場合、ならびに、バッテリーの電源電圧が所定電圧以下に低下した場合に、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減するとともに、前記目標電流漸減部は、イグニッションスイッチがオフされた場合、ならびに、バッテリーの電源電圧が所定電圧以下に低下した場合に、目標電流信号を時間の経過とともに漸減することを特徴とする請求項2記載の電動パワーステアリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、電動機の動力をステアリング系に作用させて運転者の操舵力を軽減する電動パワーステアリング装置に係り、詳しくは、イグニッションスイッチをオフさせて操舵補助力の供給を停止した場合やバッテリー電源の電圧低下等に伴って操舵補助力の供給を停止する際に、操舵補助力を時間経過とともに漸減させるようにした電動パワーステアリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図1は電動パワーステアリング装置の模式構造図である。電動パワーステアリング装置1は、ス

テアリング系に電動機10を備え、電動機10から供給する動力を制御装置20を用いて制御することによって、運転者の操舵力を軽減している。

【0003】ステアリングホイール（ハンドル）2に一体的に設けられたステアリング軸3は、自在継ぎ手4a、4bを有する連結軸4を介してラック&ピニオン機構5のピニオン6へ連結される。ラック軸7はピニオン6と噛合するラック歯7aを備える。ラック&ピニオン機構5は、ピニオン6の回動をラック7軸の方向への往復運動へ変換する。ラック軸7の両端にタイロッド8を介して転動輪としての左右の前輪9が連結される。ステアリングホイール2を操舵すると、ラック&ピニオン機構5ならびにタイロッド8を介して前輪9が揺動される。これにより車両の向きを変えることができる。

【0004】操舵力を軽減するために、操舵補助トルク（アシストトルク）を供給する電動機10をラック軸7と同軸的に配置し、ラック軸7にほぼ平行に設けられたボールねじ機構11を介して電動機10の回動出力を推力に変換して、ラック軸7に作用させている。電動機10のロータには、駆動側ヘリカルギア10aが一体的に設けられている。ボールねじ機構11のねじ軸11aの軸端に一体的に設けられてヘリカルギア11bと駆動側ヘリカルギア10aとを噛合させている。ボールねじ機構11のナット11cはラック軸7に連結されている。

【0005】ステアリングボックス（図示しない）に設けられた操舵トルク検出器（操舵トルクセンサ）12によってピニオン6に作用する手動操舵トルクを検出し、検出した操舵トルクに応じた操舵トルク信号Tpを制御装置20へ供給している。制御装置20は、操舵トルク信号Tpを主信号として電動機10の運転を行なって、電動機10の出力パワー（操舵補助トルク）を制御する。

【0006】図2は従来の制御装置のブロック構成図である。従来の制御装置20Aは、目標電流演算部21と、駆動制御信号生成部22Aと、電動機駆動部23とを備える。目標電流演算部21は、操舵トルク信号Tpに基づいて目標補助トルクを決定し、目標補助トルクを電動機10から供給するために必要となる目標電流信号ITを出力する。駆動制御信号生成部22Aは、目標電流信号ITに基づいて電動機10をPWM運転するためのPWM（パルス幅変調）信号を生成し、生成したPWM信号を駆動制御信号22aとして出力する。

【0007】電動機駆動部23は、ゲート駆動回路部24と、4個の電力用電界効果トランジスタをH型ブリッジ接続した電動機駆動回路25とを備える。ゲート駆動回路部24は、駆動制御信号（PWM信号）22aに基づいて各電界効果トランジスタのゲートを駆動して各電界効果トランジスタをスイッチング駆動する。これにより、制御装置20Aは、操舵トルク検出部12によって検出された操舵トルクTpに基づいてバッテリー電源BA

Tから電動機10へ供給する電力をPWM制御し、電動機10の出力パワー（操舵補助トルク）を制御する。

【0008】図3は従来の他の制御装置のブロック構成図である。図3に示す制御装置20Bは、電動機10に実際に供給されている電動機電流IMを検出し、電動機電流IMに基づくフィードバック制御を行なうことで、電動機10の制御特性を向上させたものである。電動機電流フィードバック制御型の制御装置20Bは、図2に示した構成に対して、電動機10に流れている電流を検出して電動機電流信号IMを出力する電動機電流検出器26と、目標電流信号ITと電動機電流信号IMとの偏差を求める偏差演算部27とが追加されるとともに、偏差演算部27から出力される偏差信号27aに基づいて電動機10を駆動するための駆動制御信号22aを出力する駆動制御信号生成部22Bを備えている。

【0009】電動機電流検出器26は、ホール素子等を用いて被測定電線を切断することなくその接続線に流れている電動機電流を検出するものや、低抵抗値の電流出用抵抗に発生する電圧を増幅して電流に変換し、電動機電流を検出するもの等が用いられている。

【0010】駆動制御信号生成部22Bは、偏差信号27aに対して比例、積分、微分等の処理を施して偏差がゼロに近づくように電動機10に供給する電流を制御するための駆動電流信号28aを生成・出力する電流フィードバック（F/B）制御部28と、駆動電流信号28aに基づいて電動機10をPWM運転するためのPWM（パルス幅変調）信号を生成し、生成したPWM信号を電動機の駆動制御信号22aとして出力するPWM信号生成部29とを備える。

【0011】図3に示した電動機電流フィードバック制御型の制御装置20Bは、目標電流ITと実際に電動機10に供給されている電流IMと偏差がゼロに近づくように電動機10の運転を制御するので、制御精度ならびに応答性を向上させることができる。

【0012】しかしながら、前述した従来の電動パワーステアリング装置において、イグニッションスイッチがオフされた際に操舵補助トルクを急激に0にすると、ステアリングが切られた状態の場合は、電動機から供給されていた操舵補助トルクが急激に0になるため、タイヤの反力によってステアリングが動くことがあり望ましくない。また、イグニッションスイッチがオフされた際に操舵補助トルクを急激に0にすると、ステアリングホイールが急激に重くなり、運転者に違和感を与えることがある。

【0013】これらの対策として、イグニッションスイッチのオフ時や制御装置に故障が発生した時に、電動機から供給する操舵補助トルクを徐々に減少させることで（フェードアウト制御）、ステアリングホイールの操舵力を緩やかに増大させるようにして、良好な操舵フィーリングが得られるようにした電動式パワーステアリング

装置を、本出願人は特開昭62-181958号公報で提案している。

【0014】この電動式パワーステアリング装置は、ステアリング系の操舵状態を検出する操舵状態検出手段と、この操舵状態検出手段からの操舵状態検出信号に基づき電動機制御信号を決定して出力する電動機制御信号発生手段と、この電動機制御信号発生手段からの電動機制御信号に基づき電動機を駆動する電動機駆動手段とを備え、さらに、当該装置自身の作動停止を検出する作動停止検出手段と、この作動停止検出手段からの検出信号に基づき電動機制御信号を時間とともに次第に減少させる補正手段を備える。

【0015】図4はイグニッションスイッチのオフ時等に電動機から供給する操舵補助トルクを徐々に減少させる（フェードアウト制御を行なう）ようにした従来の制御装置のブロック構成図である。図4に示す制御装置20Cは、図2に示した従来の制御装置20Aの目標電流演算部21と駆動制御信号生成部22Aとの間に補正部31を介設している。補正部31は、通常の動作状態（フェードアウト制御を行なわない状態）では、目標電流演算部21から供給される目標電流信号ITをそのまま駆動制御信号生成部22Aへ供給する。

【0016】図示しないイグニッションスイッチがオフされた場合、図示しない故障検出部等によって故障が検出された場合、ならびに、図示しないバッテリー電圧監視部によってバッテリーBATの電圧が許容上限電圧値以上になっていること、または、許容下限値以下になっていることが検出された場合、図示しないイグニッションスイッチ監視部、故障検出部、バッテリー電圧監視部等からフェードアウト要求信号31aが補正部31に供給される。補正部31は、フェードアウト要求信号31aが供給されると、目標電流演算部21から供給される目標電流値を徐々に減少させて最終的には目標電流値が0になる目標電流補正信号ITHを生成して、この目標電流補正信号ITHを駆動制御信号生成部22Aへ供給する。

【0017】これにより、イグニッションスイッチのオフ時やバッテリー電圧が所定電圧範囲外となった時等に、電動機10から供給する補助操舵力を徐々に低減させることができ、タイヤ反力によってステアリングが動いたり、操舵感が急激に変化することを軽減することができる。

【0018】図5はイグニッションスイッチのオフ時等に電動機から供給する操舵補助トルクを徐々に減少させる（フェードアウト制御）るようにした従来の他の制御装置のブロック構成図である。図5に示す制御装置20Dは、図3に示した従来の他の制御装置の目標電流演算部21と偏差演算部27との間に補正部31を介設している。補正部31は、通常の動作状態では、目標電流演算部21から供給される目標電流信号ITをそのまま偏差演算部27へ供給する。

【0019】図示しないイグニッションスイッチがオフされた場合、図示しない故障検出部等によって故障が検出された場合、ならびに、図示しないバッテリー電圧監視部によってバッテリーBATの電圧が許容上限電圧値以上になっていること、または、許容下限値以下になっていることが検出された場合、図示しないイグニッションスイッチ監視部、故障検出部、バッテリー電圧監視部等からフェードアウト要求信号31aが補正部31に供給される。補正部31は、フェードアウト要求信号31aが供給されると、目標電流演算部21から供給される目標電流信号ITを徐々に減少させて最終的には目標電流信号ITが0になる目標電流補正信号ITHを生成して、この目標電流補正信号ITHを偏差演算部27へ供給する。

【0020】電動機電流検出器26に所定の電圧が供給されており、電動機電流検出器26の動作が正常で、かつ電動機10に供給されている電流が正しく検出されている場合、目標電流信号ITの減少に伴って電動機10に供給される電流は徐々に減少されて0になる。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図5に示した電流フィードバック制御型の制御装置20Dにおいては、バッテリーBATの電源電圧が電動機電流検出器26が正常に動作できる電圧範囲よりも低下した場合に、電動機電流検出器26から供給される電動機電流値IMが実際に電動機10に供給されている電流値からずれることがある。特に、バッテリーBATの性能が低下している場合、イグニッションスイッチがオンで、エンジンがかかっている状態では、発電機から発電電力が供給されているため所定の電圧範囲（例えば12～14ボルト）の電源が供給されているが、イグニッションスイッチがオフされてエンジンが停止された状態では、発電機からの電力供給がなくなり、バッテリーBATから各種の負荷へ電力が供給されるため、供給される電圧が公称電圧（例えば12ボルト）よりも大幅に低下してしまい

（例えば8ボルト以下）、電動機電流検出器26が電動機電流値を正常に検出できなくなることがある。

【0022】このため、電流フィードバック制御を行っている制御装置では、イグニッションスイッチがオフされた場合やバッテリーBATの電圧が許容上限電圧値以上または許容下限値以下になっていることが検出された場合に、目標電流信号ITを補正して目標電流値ITを徐々に減少させても、バッテリーBATの電圧が電流検出器が正常に動作できる電圧範囲以下に低下した場合に、電動機電流IMを正しく検出できなくなり、このために電動機10に供給する電流を目標値に対応して減少させることができないことがある。このため、ハンドルを切った状態でイグニッションスイッチがオフした場合に、ステアリング動いてしまったり、操舵トルクが急激に増大して運転者に違和感を与えることがある。

【0023】この対策として、電動機電流検出器26に供給される電源電圧が低下しても電流検出精度が確保できるように電動機電流検出器26を改善することが考えられるが、低電圧時（例えば7～9ボルト）の電流検出精度を上げると通常時（例えば10～14ボルト）や高電圧時（例えば14ボルト以上）の電流検出精度が低下してしまうことがある。電動機電流検出器26の動作電源電圧範囲を広くしようとすると、電動機電流検出器26のコストアップにつながることもある。

10 【0024】この発明はこのような課題を解決するためになされたもので、電動機に供給される電流を電流検出器で検出して電動機に供給される電流をフィードバック制御するとともに、イグニッションスイッチをオフさせて操舵補助力の供給を停止した場合やバッテリー電源の電圧低下等に伴って操舵補助力の供給を停止する際に操舵補助力を漸減させるようにした電動パワーステアリング装置において、バッテリー電源の電圧低下に伴って電流検出器の検出電流値に誤差が生ずることがあった場合でも、操舵補助力を適切に減少させて電動機電流を0に制御できるようにした電動パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

20 【0025】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するためのこの発明に係る電動パワーステアリング装置は、ステアリング系に補助トルクを付加する電動機と、ステアリング系の操舵トルクを検出して操舵トルク信号を出力する操舵トルク検出器と、操舵トルク信号に基づいて電動機に供給すべき目標電流を演算して目標電流信号を出力する目標電流演算部、電動機に流れる電流を検出して電動機電流信号を出力する電動機電流検出器、目標電流信号と前記電動機電流信号との偏差を演算して偏差信号を出力する偏差演算部、偏差信号に基づいて前記電動機を駆動するための駆動制御信号を生成して出力する駆動制御信号生成部ならびに駆動制御信号に基づいて電動機に電流を供給する電動機駆動部とを備えた制御装置とからなる電動パワーステアリング装置において、制御装置は駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する駆動信号漸減部を有することを特徴とする。

30 【0026】駆動制御信号漸減部は、イグニッションスイッチがオフされた場合、ならびに、バッテリーの電源電圧が所定電圧以下に低下した場合に、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減するよう構成される。

40 【0027】なお、制御装置は、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する駆動信号漸減部を備えるとともに、目標電流信号を時間の経過とともに漸減する目標電流漸減部を備える構成としてもよい。

50 【0028】この場合、駆動制御信号漸減部は、イグニッションスイッチがオフされた場合、ならびに、バッテリーの電源電圧が所定電圧以下に低下した場合に、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減するとともに、目標電

流漸減部は、イグニッションスイッチがオフされた場合、ならびに、バッテリーの電源電圧が所定電圧以下に低下した場合に、目標電流信号を時間の経過とともに漸減するよう構成される。

【0029】なお、この発明に係る電動パワーステアリング装置は、操舵トルクに対応して目標電流演算部で演算された目標電流と電動機電流検出器で検出した電動機電流との偏差を偏差演算部で求め、この偏差に基づく駆動制御信号を駆動制御信号生成部で生成し、生成した駆動制御信号に基づいて電動機駆動部を介して電動機へ供給する電流を制御することで、操舵トルクに対応した操舵補助トルクを電動機から発生させる。

【0030】イグニッションスイッチがオフされた場合、ならびに、バッテリーの電源電圧が所定電圧以下に低下した場合に、駆動制御信号漸減部は、電動機駆動部へ供給する駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する。駆動制御信号漸減部は、電動機駆動部へ供給する駆動制御信号を徐々に低減させて0にするので、電動機電流検出器で検出された電動機電流に誤差が含まれていても、その電動機電流検出誤差に基づいてフィードバック制御が継続することがなく、電動機に供給される電流は徐々に低減されて0になる。

【0031】よって、バッテリー電圧の低下によって電動機電流検出器の電流検出精度が低下し、偏差に所望しない誤差が生じた場合でも、電動機から供給される補助操舵力を時間の経過とともに徐々に低減させて0にすることができる。

【0032】なお、駆動制御信号漸減部の他に更に目標電流漸減部を設けて、目標電流漸減部によって操舵トルクに対応して演算された目標電流を時間の経過とともに徐々に低減させるとともに、駆動制御信号漸減部によって偏差に対応して演算された駆動制御信号を時間の経過とともに徐々に低減させる構成にすることで、操舵補助力の漸減中（フェードアウト制御中）に運転者が操舵操作を行なった場合でも、電動機から供給される操舵補助力を時間の経過とともに漸減させることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。電動パワーステアリング装置の構造は、図1に示したものと基本的に同じであり、その構造ならびに動作については前述した通りである。

【0034】図6はこの発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置のブロック構成図である。図6に示す制御装置20Eは、目標電流演算部21と、目標電流漸減部32と、偏差演算部27と、駆動制御信号生成部22Cと、電動機駆動部23と、電動機電流検出器26とからなる。図6に示す制御装置20Eは、図3に示した従来の他の制御装置20Bに対して、目標電流漸減部32と、駆動信号漸減部33とを追加してなる。目標電流漸減部32は、目標電流演算部21と偏差演算部27

との間に介設している。駆動信号漸減部33は、電流フィードバック（F/B）制御部28とPWM信号生成部29との間に介設している。

【0035】目標電流漸減部32は、フェードアウト要求信号31aが供給されていない状態では、目標電流演算部21から出力された目標電流信号ITをそのまま偏差演算部27へ供給する。目標電流漸減部32は、フェードアウト要求信号31aが供給された場合は、目標電流演算部21で演算された目標電流信号ITを時間の経過とともに徐々に減少させて最終的に目標電流信号ITが0となるように目標電流値を漸減させた目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aを生成して、生成した目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aを偏差演算部27へ供給する。

【0036】図7は目標電流漸減部の目標電流漸減動作ならびに駆動信号漸減部の駆動信号漸減動作を示す説明図である。図7(a)は目標電流漸減部の目標電流漸減動作を示している。目標電流漸減部32は、操舵トルクTpに対応して目標電流演算部21が設定した目標電流値(IT)に対して乗ずる係数（目標電流漸減係数）を、フェードアウト要求信号31aが供給した時点から予め設定した時間経過に対応して1から0に徐々に減少させることで、目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aを生成する。

【0037】目標電流漸減部32は、目標電流値に対して目標電流値を漸減補正するための係数（目標電流漸減係数）を乗ずる目標電流漸減係数乗算部と、フェードアウト要求信号31aが供給された時点からの経過時間に応じて予め設定した係数（目標電流漸減係数）を設定する係数設定部とから構成してもよい。また、目標電流漸減部32は、まず目標電流値に対して1よりも小さい係数（例えば0.95）を乗じて得た目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aを出力し、次に所定時間経過後に先に出力した目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aに対して1よりも小さい係数（例えば0.95）を乗じて得た目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aを出力することを順次繰り返して、乗算して得た目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aが予め設定した値以下になった場合は0を出力するように構成してもよい。

【0038】また、図7は目標電流値を時間の経過とともに直線的に減少させる例を示したが、最初は目標電流値の低減量を小さくして、時間の経過とともに目標電流値の低減量を大きくして、最初は低減量が少なく次第に低減量が大きくなって0に至るようにしてもよい。逆に、最初は目標電流値を大きく低減し、次第に低減量が少なくなって0に至るようにしてもよい。

【0039】なお、図6では目標電流漸減部32を独立に設ける構成を示したが、目標電流演算部21内に目標電流値の漸減補正演算を行なう漸減補正演算部を設け、

目標電流演算部21と目標電流漸減部32とを一体的に構成してもよい。

【0040】駆動信号漸減部33は、フェードアウト要求信号31aが供給されていない状態では、電流フィードバック制御部28から出力された駆動電流信号28aをそのままPWM信号生成部29へ供給する。駆動信号漸減部33は、フェードアウト要求信号31aが供給された場合は、電流フィードバック制御部28で演算された駆動電流値を時間の経過とともに徐々に減少させて最終的に駆動電流値が0となるように漸減させた駆動電流値漸減信号（駆動電流補正信号）33aを生成して、生成した駆動電流値漸減信号（駆動電流補正信号）33aをPWM信号生成部29へ供給する。

【0041】図7(b)は駆動電流漸減部の駆動電流漸減動作を示している。駆動電流漸減部33は、偏差27aに対応して電流フィードバック制御部28が演算した駆動電流値(28a)に対して乗ずる係数（駆動電流漸減係数）を、フェードアウト要求信号31aが供給した時点から予め設定した時間が経過するまでは1とし、その後係数（駆動電流漸減係数）を1から0に向かって時間経過とともに徐々に減少させることで、駆動電流値漸減信号（目標電流補正信号）33aを生成する。なお、図7(b)は、フェードアウト要求信号31aが供給された時点から直ちに駆動電流値を漸減補正しないで、所定時間が経過してから駆動電流値を漸減する例を示したが、図7(a)のようにフェードアウト要求信号31aが供給された時点から直ちに駆動電流値を減少させるようにしてもよい。

【0042】また、駆動電流漸減部33は、駆動電流値に対して駆動電流値を漸減補正するための係数（駆動電流漸減係数）を乗ずる駆動電流漸減係数乗算部と、フェードアウト要求信号31aが供給された時点からの経過時間に応じた予め設定した係数（目標電流漸減係数）を設定する係数設定部とから構成してもよい。さらに、駆動電流漸減部33は、まず駆動電流値に対して1よりも小さい係数（例えば0.95）を乗じて得た駆動電流値漸減信号（駆動電流補正信号）33aを出力し、次に所定時間経過後に先に出力した駆動電流値漸減信号（駆動電流補正信号）33aに対して1よりも小さい係数（例えば0.95）を乗じて得た駆動電流値漸減信号（目標電流補正信号）33aを出力することを順次繰り返して、乗算して得た駆動電流値漸減信号（駆動電流補正信号）33aが予め設定した値以下になった場合は0を出力するように構成してもよい。

【0043】また、図7(b)はフェードアウト要求信号31aが供給された時点から所定時間経過後に、駆動電流値を時間の経過とともに直線的に減少させる例を示したが、最初は駆動電流値の低減量を小さくして、時間の経過とともに駆動電流値の低減量を大きくして、最初は低減量が少なく次第に低減量が大きくなって0に至る

ようにしてもよい。逆に、最初は駆動電流値を大きく低減し、次第に低減量が小さくして0に至るようにしてもよい。

【0044】なお、図6では駆動電流漸減部33を独立に設ける構成を示したが、電流フィードバック制御部28内に駆動電流値の漸減補正演算を行なう漸減補正演算部を設けて、電流フィードバック制御部28と駆動電流漸減部33とを一体的に構成してもよい。また、電流フィードバック制御部28内に、比例、積分、微分等の各演算を行なう各演算係数を、各係数をフェードアウト要求信号31aが供給された時点から時間の経過とともに変更させて演算結果である駆動電流値が次第に小さくなるようにする演算係数変更部と、演算された駆動電流値が予め設定した値以下の場合は駆動電流値を0にする強制0出力部とを設ける等して、電流フィードバック制御部28と駆動信号漸減部33とを一体的に構成してもよい。

【0045】また、PWM信号生成部29内に、出力するPWM信号のデューティをフェードアウト要求信号31aが供給された時点から時間の経過とともに減少させるデューティ強制変更部を設ける等して、駆動信号漸減部33とPWM信号生成部29とを一体的に構成してもよい。

【0046】さらに、PWM信号生成部29とゲート駆動回路部24との間に、PWM信号生成部29から出力されたPWM信号のデューティをフェードアウト要求信号31aが供給された時点から時間の経過とともに減少させるデューティ強制変更部を設けることで、駆動信号漸減部を構成するようにしてもよい。

【0047】なお、図6は目標電流漸減部32と駆動信号漸減部33との2系統の漸減部を設ける構成を示したが、目標電流漸減部32を設けずに駆動信号漸減部33のみを設ける構成としてもよい。

【0048】また、図6はフェードアウト制御中に目標電流信号ITが変化した場合は、目標電流値ITの変化に対応して目標電流漸減部32から出力される目標電流値漸減信号（目標電流補正信号）32aも変化する構成を示したが、目標電流漸減部32はフェードアウト要求信号31aが供給された時点で目標電流演算部21から出力されている目標電流値(IT)から0に向かって目標電流値を徐々に低減させる構成としてもよい。

【0049】図6は、フェードアウト制御中に駆動電流信号28aが変化した場合は、駆動電流信号28aの変化に対応して駆動信号漸減部33から出力される駆動電流値漸減信号（駆動電流補正信号）33aも変化する構成を示したが、駆動信号漸減部33はフェードアウト要求信号31aが供給された時点で電流フィードバック制御部28から出力されている駆動電流値から0に向かって駆動電流値を徐々に低減させる構成としてもよい。

【0050】なお、図7(a)、(b)に示すように、

目標電流漸減部32が目標電流低減係数を0にするまでの時間（フェードアウト時間）と、駆動信号漸減部33が駆動信号低減係数を0にするまでの時間（フェードアウト時間）とは、等しくしている。

【0051】以上の説明したようにこの発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置20Eは、イグニッションスイッチをオフさせて操舵補助力の供給を停止した場合やバッテリー電源の電圧低下等に伴って操舵補助力の供給を停止する際に、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する駆動信号漸減部33を備えたので、バッテリーBATの電源電圧の低下に伴って電動機電流検出器26から出力される電動機電流IMに誤差が生じ、その結果、電流フィードバック制御部28で演算される駆動電流に誤差が生じて、電動機10に電流が供給され続けるようなことはなく、電動機10に供給される電流を時間経過とともに確実に漸減させて0にすることができる。

【0052】さらに、この発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置20Eは、目標電流漸減部32と駆動信号漸減部33との2系統の漸減部を備えているので、フェードアウト制御を行なう際に、目標電流の減少特性と電流フィードバック制御に基づいて電動機10に実際に供給される電動機電流の減少特性とを、それぞれ所望に特性に設定することができるとともに、図7

(c)に示すように2つの減少特性を合成することで時間の経過とともに減少度合が異なる減少特性を合成して電動機電流を0にすることができる。よって、電動機10から供給する操舵補助力を0に減少させる際に、運転者に違和感を与えないように操舵補助力を減少させながら最終的に操舵補助力を0にすることができる。

【0053】

【発明の効果】以上説明したようにこの発明に係る電動パワーステアリング装置は、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する駆動信号漸減部を備えたので、イグニッションスイッチをオフさせて操舵補助力の供給を停止した場合やバッテリー電源の電圧低下等に伴って操舵補助力の供給を停止する際に操舵補助力を漸減させるフェードアウト制御を行なっている時に、電動機電流検出器で検出された電動機電流に誤差が含まれていても、その電動機電流検出誤差に基づいてフィードバック制御が継続

されることがなく、電動機に供給する電流を確実に0まで減少させることができるので、操舵フィーリングを低下させることなく操舵補助力を漸減させることができる。

【0054】なお、駆動制御信号を時間の経過とともに漸減する駆動信号漸減部を備えるとともに、目標電流信号を時間の経過とともに漸減する目標電流漸減部を備えることで、操舵補助力の漸減中（フェードアウト制御中）に運転者が操舵操作を行なった場合でも、操舵フィーリングに違和感を与えないように操舵補助力を変更させた上で変更された操舵補助力を漸減させることができるとともに、各漸減部の減少特性を合成することで時間の経過とともに減少度合が異なる減少特性を容易に実現することができるので、操舵フィーリングを低下させることなく操舵補助力を漸減させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】電動パワーステアリング装置の模式構造図

【図2】従来の制御装置のブロック構成図

【図3】従来の他の制御装置のブロック構成図

20 【図4】イグニッションスイッチのオフ時等に電動機から供給する操舵補助トルクを徐々に減少させる（フェードアウト制御を行なう）ようにした従来の制御装置のブロック構成図

【図5】イグニッションスイッチのオフ時等に電動機から供給する操舵補助トルクを徐々に減少させ（フェードアウト制御）るようにした従来の他の制御装置のブロック構成図

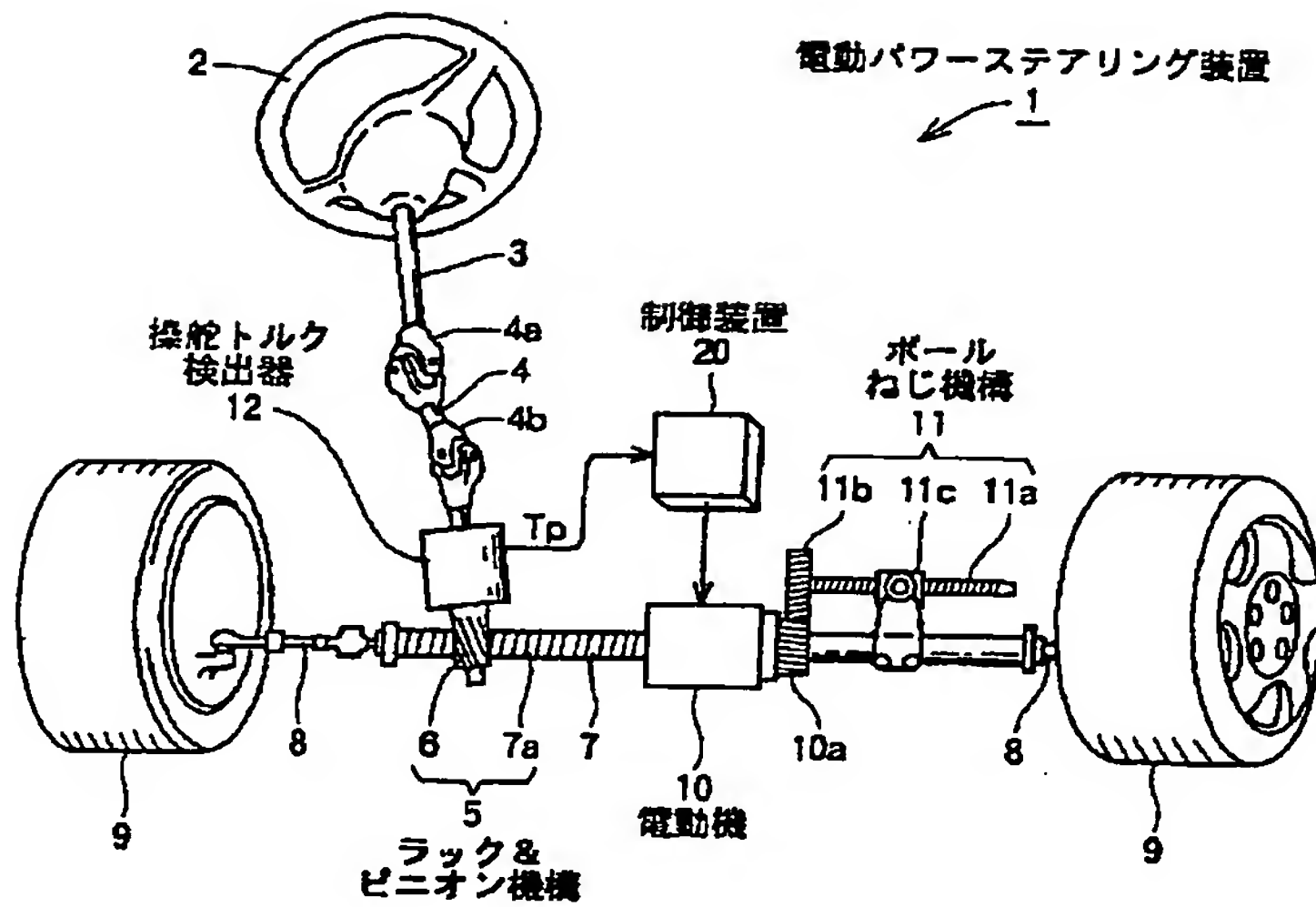
【図6】この発明に係る電動パワーステアリング装置の制御装置のブロック構成図

30 【図7】目標電流漸減部の目標電流漸減動作ならびに駆動信号漸減部の駆動信号漸減動作を示す説明図

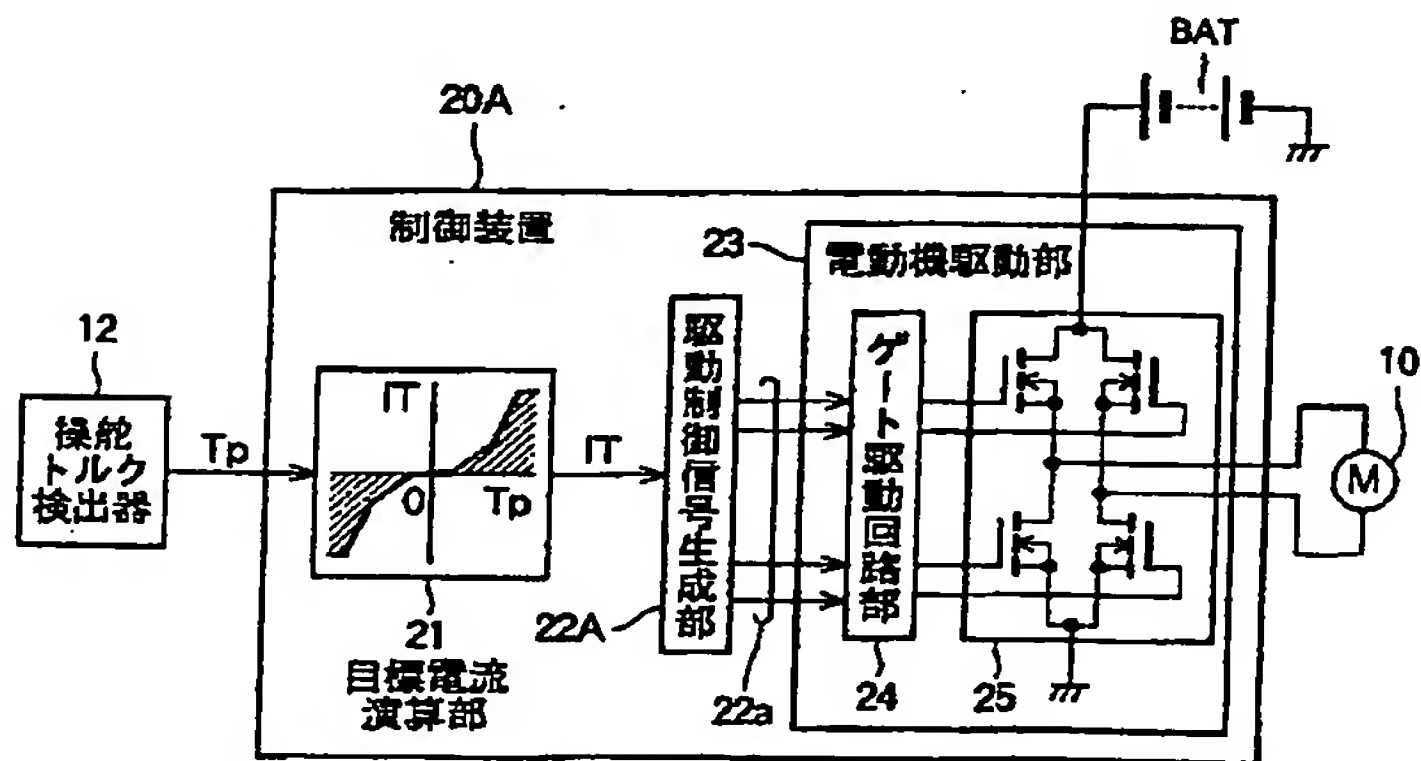
【符号の説明】

1…電動パワーステアリング装置、10…電動機、12…操舵トルク検出器、20、20A～20E…制御装置、21…目標電流演算部、22A～22C…駆動制御信号生成部、23…電動機駆動部、26…電動機電流検出器、27…偏差演算部、28…電流フィードバック制御部、11…PWM信号生成部、32…目標電流漸減部、33…駆動電流漸減部。

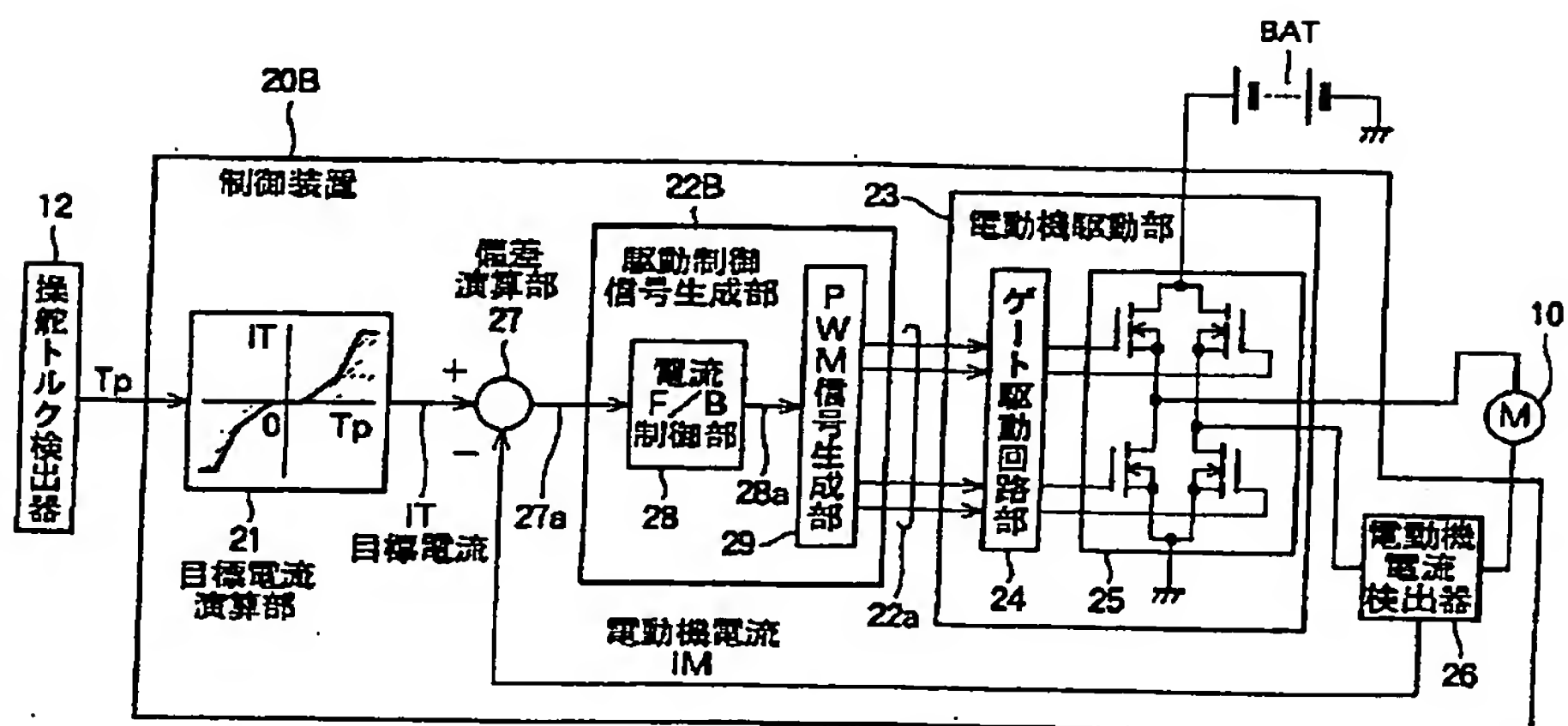
【図1】



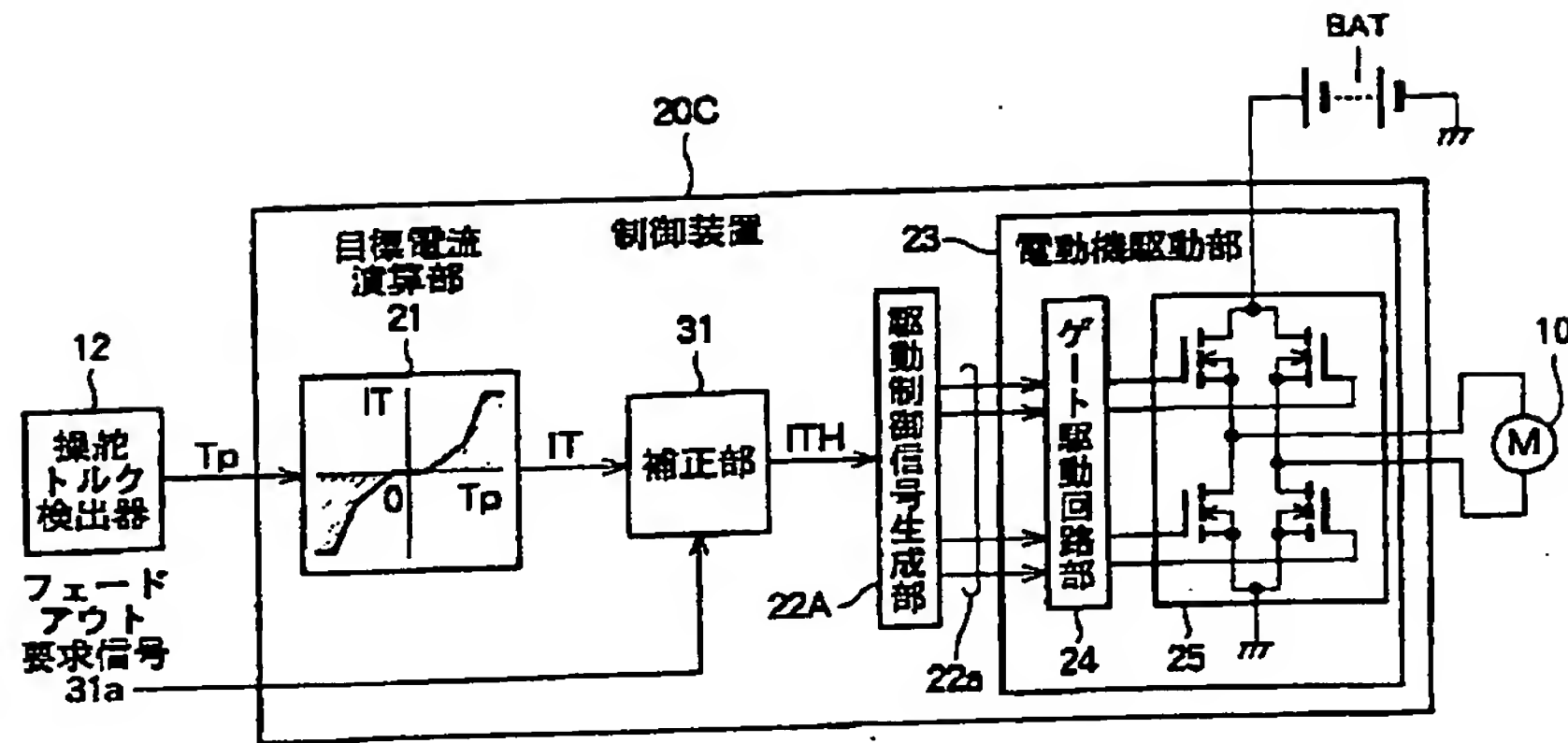
【図2】



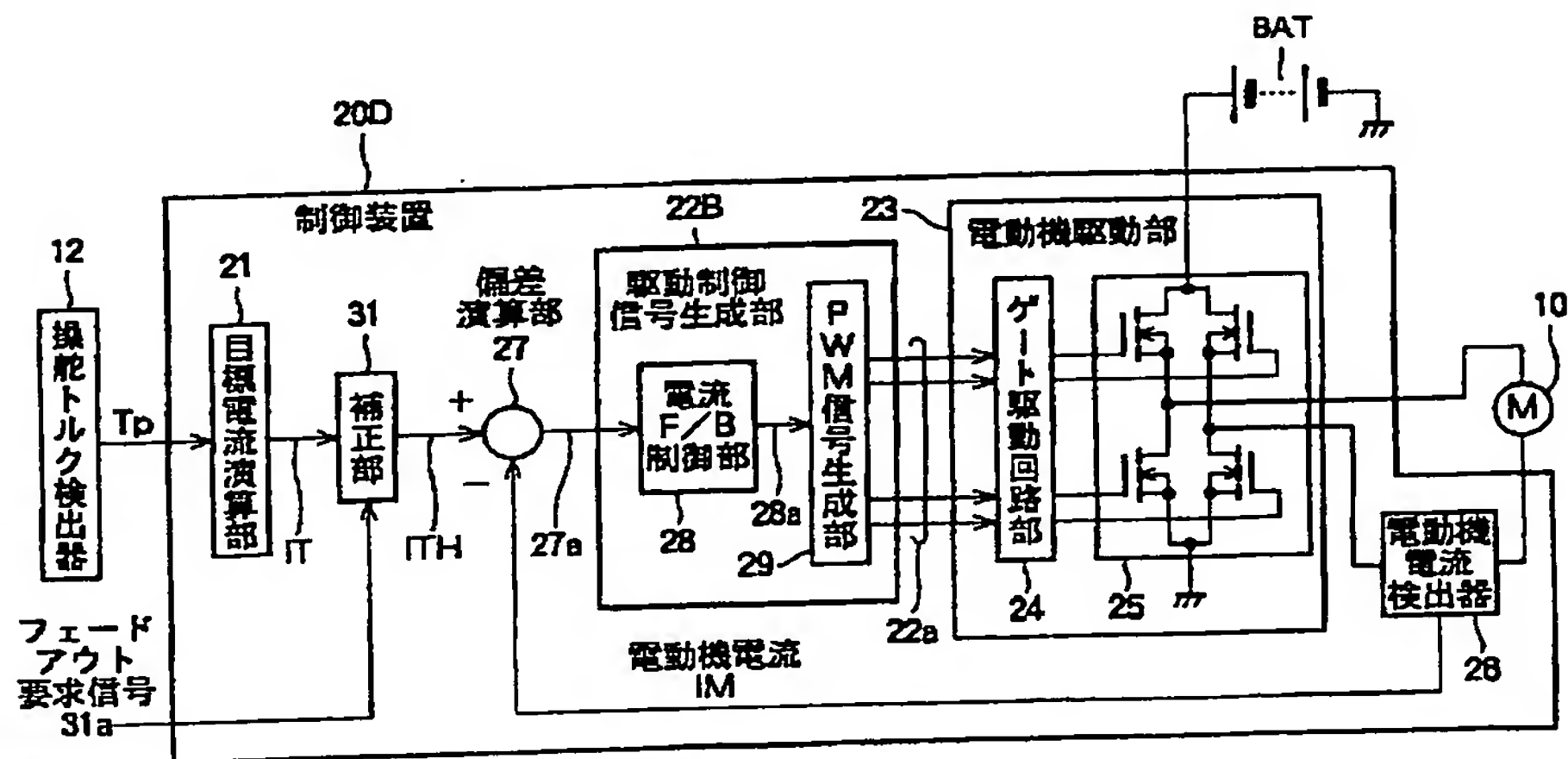
【図3】



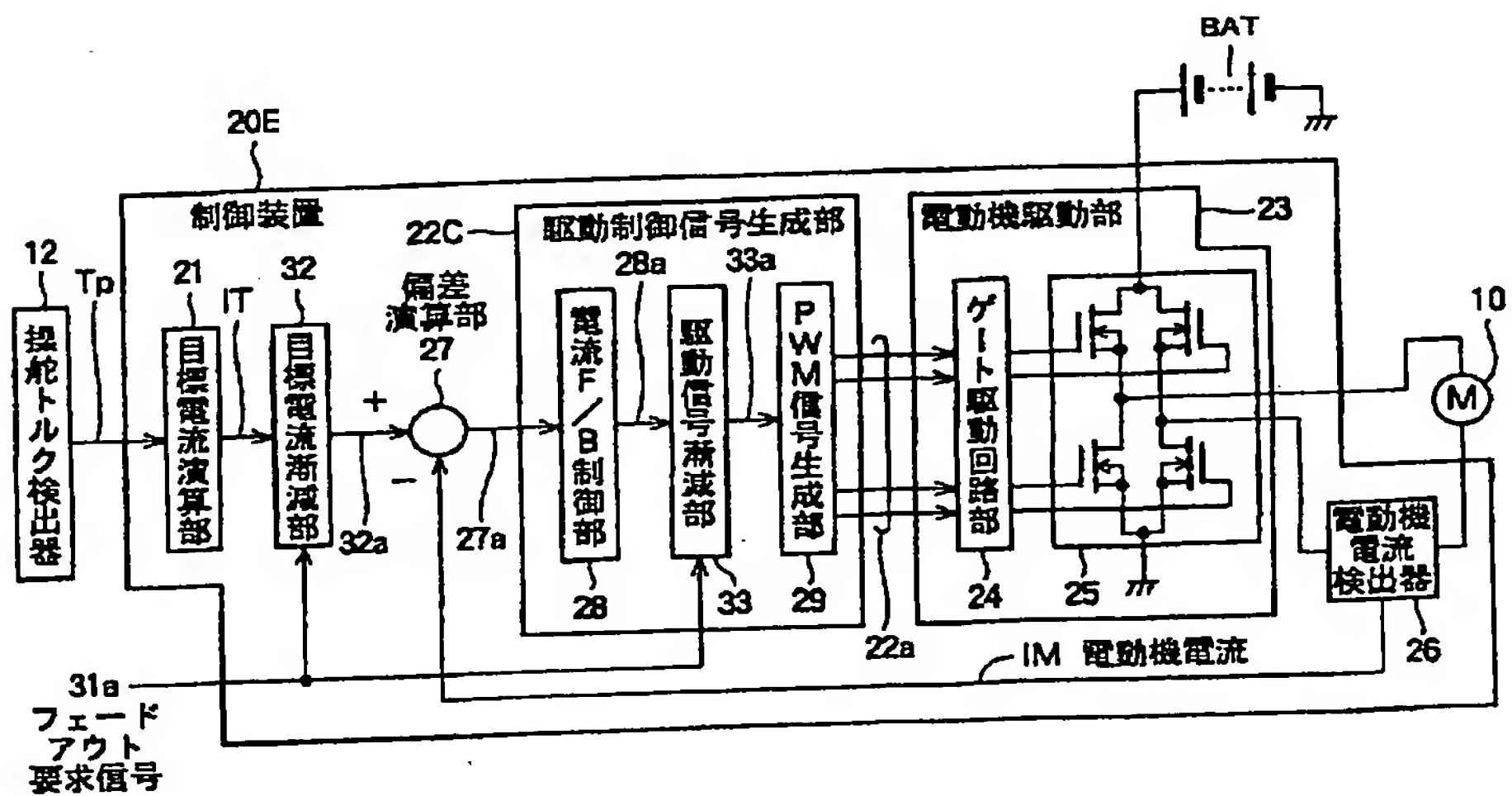
【図4】



【図5】



【図6】



【図 7】

